# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (PARTICULAR)

# MIA-P

Sector:

Obras en ANP

## “Urbanización del predio Mirador Campestre, en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, Querétaro.”




Promovente:

**Martina Reséndiz Medina**

**Elvira Reséndiz Medina**

Apoderado Legal:

**Juan Salvador Requena Reséndiz**

Elaboró:

Servicios Técnicos Forestales del Norte de Querétaro



Abril de 2026

# CONTENIDO

**CAPITULO I - . DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ..... 1**

I.1. PROYECTO ..... 1
I.2. PROMOVENTE ..... 1
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 1
I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO ..... 2
I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS ..... 3
I.6. SELECCIÓN DEL SITIO ..... 6
*I.6.1. Ubicación física del proyecto y planos de localización ..... 10*
*I.6.2. Inversión requerida del proyecto ..... 19*
*I.6.3. Programa General de trabajo ..... 28*
*I.6.4. Dimensiones del proyecto ..... 35*
*I.6.5. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias ..... 52*
I.6.5.1. Uso del suelo ..... 52
I.6.5.2. Cuerpos de agua en el sitio y sus colindancias ..... 57
*I.6.6. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos ..... 67*
I.6.6.1. Vías de comunicación ..... 68
I.6.6.2. Servicios disponibles ..... 71
I.6.6.3. Servicios requeridos ..... 75
I.7. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO ..... 77
*I.7.1. Preparación del sitio ..... 77*
*I.7.2. Construcción ..... 77*
*I.7.3. Operación y mantenimiento ..... 82*
I.8. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE ..... 84
*I.8.1. Estudio topográfico ..... 84*
*I.8.2. Estudio de geotecnia ..... 86*
*I.8.3. Estudio hidrológico ..... 91*
I.9. INVENTARIO DE VEGETACIÓN Y CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES A REMOVER ..... 94
*I.9.1. Delimitación de la microcuenca específica ..... 95*
*I.9.2. Elaboración del mapa de vegetación ..... 97*
*I.9.3. Descripción del tipo de vegetación a afectar ..... 99*
*I.9.4. inventario ..... 104*
I.9.4.1. Tamaño de los sitios ..... 108
I.9.4.2. Tamaño de la muestra ..... 109
I.9.4.3. Forma y tamaño de los sitios de muestreo ..... 111
I.9.4.4. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo ..... 112
I.9.4.5. Justificación del esfuerzo de muestreo aplicado, mediante curvas de acumulación de especies ..... 114
I.9.4.6. Análisis de las abundancias relativas ..... 124
I.9.4.7. Análisis de la riqueza de especies ..... 129
I.9.4.8. Especies bajo alguna categoría de riesgo ..... 135
I.9.4.9. Análisis de la importancia ecológica de las especies (IVI) ..... 135
I.9.4.10. Volúmenes a remover ..... 142
I.9.4.11. Estimación de los servicios ambientales que se dejarán de proveer por el cambio de uso del suelo ..... 150
*I.9.5. Preparación del sitio ..... 181*
I.9.5.1. Desmonte (CUSTF) ..... 185
I.9.5.2. Trazo y Despalme ..... 189
*I.9.6. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto. ..... 189*
I.9.6.1. Bodega y patio de reposo de maquinaria ..... 189

I.9.6.2. Sanitarios ... 191
I.9.6.3. Abasto de combustibles ... 193
I.9.6.4. Separación de residuos ... 193
*I.9.7. Etapa de construcción ... 193*
I.9.7.1. Corte y acarreo en apertura de vialidades ... 194
I.9.7.2. Nivelación y compactación de vialidades ... 195
I.9.7.3. Red de drenaje sanitario ... 195
I.9.7.4. Red de agua potable ... 203
I.9.7.5. Electrificación ... 209
I.9.7.6. Pavimentación ... 217
I.9.7.7. Construcción progresiva de viviendas ... 222
I.9.7.8. Acondicionamiento de áreas verdes. ... 228
*I.9.8. Etapa de operación y mantenimiento ... 231*
I.9.8.1. Circulación vehicular y peatonal ... 231
I.9.8.2. Consumo de energía eléctrica ... 232
I.9.8.3. Consumo de agua potable ... 232
I.9.8.4. Descarga de aguas residuales sanitarias ... 233
I.9.8.5. Generación de residuos sólidos urbanos ... 235
I.9.8.6. Matenimiento de servicios y espacios urbanos ... 236
*I.9.9. Descripción de obras asociadas al proyecto ... 237*
*I.9.10. Etapa de abandono del sitio ... 237*
*I.9.11. Generación manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 238*
I.9.11.1. Residuos sólidos ... 238
I.9.11.2. Residuos líquidos ... 250
I.9.11.3. Emisiones a la Atmósfera ... 251
*I.9.12. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos ... 256*

**CAPITULO II - . VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO ... 259**

II.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE ... 259
II.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ... 259
II.3. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE ... 260
II.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE ... 261
II.5. PLANES DE DESARROLLO NACIONAL, ESTATAL, MUNICIPAL ... 262
*II.5.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 -2030 ... 262*
*II.5.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUERETARO 2021-2027 ... 268*
*II.5.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO (2024-2027) JALPAN DE SERRA, QRO. ... 271*
II.6. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ... 275
*II.6.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) ... 275*
*II.6.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO (POEREQ) ... 283*
II.7. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO ... 283
*II.7.1. CÓDIGO URBANO DEL ESTADO DE QUERÉTARO ... 283*
*II.7.2. PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO ... 288*
*II.7.3. PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE JALPAN DE SERRA, QRO. 291*
*II.7.4. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA QUERÉTARO ... 296*
II.8. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) ... 306
*II.8.1. DECRETO DEL AREA NATURAL PROTEGIDA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA ... 306*
II.9. PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA CON EL CARÁCTER DE RESERVA DE LA BIOSFERA LA REGIÓN SIERRA GORDA ... 306

II.10. NORMAS OFICIALES MEXICANAS ..... 311
*II.10.1. NOM-002 SEMARNAT-1996 03/06/1998, D.O.F ..... 311*
*II.10.2. NOM-003 SEMARNAT-1997 21/09/1998, D.O.F ..... 311*
*II.10.3. NOM-041-SEMARNAT-2015 10/6/2015, D.O.F. ..... 311*
*II.10.4. NOM-045 SEMARNAT-2017 08/03/2018, D.O.F ..... 312*
*II.10.5. NOM-052-SEMARNAT-2005 23/06/2006, D.O.F ..... 312*
*II.10.6. NOM-080 SEMARNAT-1994 13/01/1995, D.O.F ..... 312*
*II.10.7. NOM-161-SEMARNAT-2011-01/02/2013, D.O.F ..... 312*
*II.10.8. NOM-003-SCT/2008-15/08/2008, D.O.F ..... 313*
*II.10.9. NOM-059 SEMARNAT-2010 -30/12/2010, D.O.F ..... 313*
II.11. TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES ..... 313
*II.11.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS), AGENDA 2030 ..... 313*
II.12. OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS ..... 317
*II.12.1. REGLAMENTO DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA ..... 317*
*II.12.2. REGLAMENTO DE ECOLOGÍA PARA EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA, QUERÉTARO..... 319*
*II.12.3. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ..... 324*
*II.12.4. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL ..... 325*
*II.12.5. CÓDIGO AMBIENTAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO ..... 328*
*II.12.6. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 ..... 334*
*II.12.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO ..... 345*
*II.12.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES ..... 349*
*II.12.9. LEY DE AGUAS NACIONALES ..... 350*
*II.12.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS ..... 351*
*II.12.11. LEY PARA LA PREVENCIÓN, GESTIÓN INTEGRALY ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS RESIDUOSDEL ESTADO DE QUERÉTARO ..... 354*
*II.12.12. LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO ..... 356*

**CAPITULO III - . DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA ..... 358**

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA ..... 358
III.2. TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA REGIÓN ECOLÓGICA ..... 366
*III.2.1. Vegetación predominante en la RE y en la superficie del proyecto ..... 367*
*III.2.2. Metodología de muestreo a utilizar en inventario de vegetación ..... 370*
III.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA ..... 371
*III.3.1. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica ..... 371*
*III.3.2. Aspectos bióticos ..... 371*
III.3.2.1. Vegetación terrestre ..... 371
III.3.2.2. Estado de conservación de la vegetación en la Microcuenca ..... 374
III.3.2.3. Caracterización de la vegetación (inventario) ..... 377
III.3.2.4. Fauna ..... 417
*III.3.3. Aspectos abióticos ..... 448*
III.3.3.1. Clima ..... 449
III.3.3.2. Geología y geomorfología ..... 468
III.3.3.3. Suelos ..... 478
III.3.3.4. Hidrológica Superficial y Subterránea ..... 520
III.3.3.5. Paisaje ..... 545
*III.3.4. Medio socioeconómico ..... 551*
III.3.4.1. Demografía ..... 551

III.3.4.2. Salario mínimo vigente ... 559
III.3.4.3. Vivienda ... 560
III.3.4.4. Comunicaciones ... 560
III.3.4.5. Servicios públicos ... 562
III.3.4.6. Salud ... 563
III.3.4.7. Educación ... 564
III.3.4.8. GRUPOS ÉTNICOS Y RELIGIOSOS ... 565
III.3.4.9. Tipo de organizaciones sociales predominantes ... 565
III.3.4.10. Tenencia de la tierra ... 565
III.3.4.11. Uso que se le da a los recursos naturales ... 566
III.3.4.12. Nivel de aceptación del proyecto ... 568
III.3.4.13. Valor que se le da a los sitios donde se establecerá el proyecto. ... 569
III.3.4.14. Patrimonio histórico. ... 571
III.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ... 572
*III.4.1. Condición ambiental actual de la Región Ecológica ... 589*
*III.4.2. Problemáticas ambientales en la Región Ecológica ... 595*

**CAPITULO IV - . IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN ... 598**

IV.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES ... 598
*IV.1.1. Justificación ... 598*
*IV.1.2. indicadores de impacto ... 599*
*IV.1.3. Lista indicativa de indicadores de impacto ... 599*
IV.2. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA ... 603
IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 607
*IV.3.1. Identificación de los impactos ambientales del proyecto ... 607*
*IV.3.2. Criterios para la valoración de los impactos ambientales ... 609*
IV.3.2.1. Selección y descripción de los impactos significativos ... 611
IV.3.2.2. impactos acumulativos ... 623
IV.3.2.3. Ponderación de los impactos ... 628
IV.4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ... 635
*IV.4.1. Descripción de la medida o programa de medidas por componente ambiental ... 637*
IV.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS ... 651
IV.6. NEUTRALIZACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS, CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ... 658
*IV.6.1. Obras para prevenir y controlar la erosión hídrica ... 658*
*IV.6.2. Obras para mitigar el impacto a la hidrología ... 666*
*IV.6.3. Obras para mitigar y compensar la reducción de la cubierta forestal ... 673*
*IV.6.4. Recuperación de los servicios ambientales que proporciona la vegetación ... 674*
IV.6.4.1. Captura y almacenamiento de carbono ... 674
IV.6.4.2. Oxigeno producido por las medidas propuestas ... 686
*IV.6.5. Valoración de la introducción de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales. ... 689*
*IV.6.6. Delimitación del área de influencia ... 693*
IV.7. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN FORESTAL ... 700
IV.8. CONCLUSIONES ... 702

# ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 1 Obras temporales* 7
*Tabla 2 Ubicación geográfica del polígono del proyecto Mirador Campestre* 13
*Tabla 3 Ubicación en las áreas de importancia para la biodiversidad* 16
*Tabla 4 Obras y actividades del proyecto de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental* 18
*Tabla 5 Inversión requerida del proyecto* 19
*Tabla 6 Inversión total del proyecto* 20
*Tabla 7 Costos del proyecto a ejercer por el fraccionador por etapa, en el periodo de 10 años.* 24
*Tabla 8 Duración del proyecto conforme al PGT* 28
*Tabla 9 Trámites Municipales, previos a la subdivisión y construcción* 28
*Tabla 10 Programa General de Trabajo (Calendarización de las actividades del proyecto)* 30
*Tabla 11 Resumen de características del área de estudio* 35
*Tabla 12. Cantidad de lotes por manzana* 39
*Tabla 13. Distribución de las áreas de donación* 40
*Tabla 14 Superficies generales del proyecto* 42
*Tabla 15 Dimensiones del proyecto* 43
*Tabla 16 Superficie de vialidades* 44
*Tabla 17 Superficie amanzanada* 45
*Tabla 18 Áreas verdes* 47
*Tabla 19 Áreas de protección (Franjas de amortiguamiento)* 47
*Tabla 20 Clasificación de la superficie del proyecto* 49
*Tabla 21 Coordenadas (UTM WGS84 14N) de las superficies de CUSTF* 51
*Tabla 22 Uso del suelo en la microcuenca y en el área del proyecto, según cartografía del Inventario Forestal Nacional del INEGI 2010* 54
*Tabla 23 Coordenadas UTM WGS84 14N del margen derecho del cauce* 60
*Tabla 24 Coordenadas UTM WGS84 14N del margen izquierdo del cauce* 61
*Tabla 25 Anchos del cauce innominado, considerando sus huellas máximas (en diferentes secciones a lo largo del cauce).* 62
*Tabla 26 Anchos del cauce innominado* 63
*Tabla 27 Coordenadas (UTM WGS84 14N) de ubicación de la microcuenca* 96
*Tabla 28 Uso del suelo de la región ecológica* 99
*Tabla 29 Material utilizado en el inventario forestal* 104
*Tabla 30 Tipo de vegetación en la superficie de CUSTF según INEGI serie VII* 105
*Tabla 31 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de delimitación de la superficie para CUSTF.* 105
*Tabla 32 Número de sitios a muestrear en el área de CUSTF.* 109
*Tabla 33 Intensidad de muestreo del estrato superior.* 110
*Tabla 34 Tamaño de los sitios de muestreo aplicados en cada estrato.* 111
*Tabla 35 Coordenadas del centro del sitio circular, para muestreo de los estratos: arbóreo, arbustivo y cactáceas en la superficie de CUSTF.* 112
*Tabla 36 Coordenadas de los cuadrantes de muestreo del estrato herbáceo en el área de CUSTF.* 112
*Tabla 37 Resumen del cálculo de tamaño de muestra por cada estrato en el área de CUSTF.* 115
*Tabla 38 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato arbóreo de la zona de CUSTF.* 116
*Tabla 39 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato arbustivo de la zona de CUSTF.* 119
*Tabla 40 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato cactáceas de la zona de CUSTF.* 121
*Tabla 41 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato herbáceo de la zona de CUSTF.* 123
*Tabla 42 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo Maderables) Selva baja caducifolia.* 125
*Tabla 43 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo No Maderables) Selva baja caducifolia.* 125
*Tabla 44 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo) Selva baja caducifolia* 126
*Tabla 45 Especies de flora zona de CUSTF (estrato arbustivo) Selva Baja Caducifolia.* 127
*Tabla 46 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato Cactáceas) Selva Baja Caducifolia* 128
*Tabla 47 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato herbáceo) Selva Baja Caducifolia.* 128

*Tabla 48 Riqueza y especies más abundantes por estrato en la superficie de CUSTF* 129
*Tabla 49 Interpretación de los resultados de índice de diversidad (Aguirre, 2013).* 130
*Tabla 50 Interpretación de los resultados de índice de Equidad de Pielou (Aguirre, 2013).* 131
*Tabla 51 Índice de Shannon del estrato arbóreo en el área de CUSTF.* 131
*Tabla 52 Índice de Shannon del estrato arbustivo en el área de CUSTF.* 132
*Tabla 53 Índice de Shannon del estrato cactáceas en el área de CUSTF.* 133
*Tabla 54 Índice de Shannon del estrato herbáceo en el área de CUSTF.* 134
*Tabla 55 Resumen del índice de biodiversidad.* 134
*Tabla 56 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.* 135
*Tabla 57 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO ARBÓREO).* 138
*Tabla 58 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO ARBUSTIVO).* 139
*Tabla 59 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO CACTÁCEAS).* 141
*Tabla 60 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO HERBÁCEAS).* 141
*Tabla 61 Ecuaciones para la estimación de volumen de diferentes especies encontradas en el inventario forestal aplicado a este proyecto.* 143
*Tabla 62 Ecuaciones para el cálculo de volúmenes (VRTA) producto del Inventario Nacional Forestal 2004 – 2009 (solo las del estado de Querétaro).* 143
*Tabla 63 Prioridad de aplicación de ecuaciones para el cálculo de volúmenes.* 146
*Tabla 64 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato arbóreo).* 147
*Tabla 65 Abundancia por especie arbóreos maderables (DN ≥ 7.5 cm) en el área de CUSTF.* 147
*Tabla 66 Abundancia por especie arbóreos No maderables (DN < 7.5 cm), en el área de CUSTF.* 147
*Tabla 67 Volumen maderable a remover para el estrato arbóreo en la superficie sujeta a CUSTF.* 148
*Tabla 68 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato arbustivo).* 149
*Tabla 69 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato cactáceas).* 149
*Tabla 70 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato herbáceo).* 150
*Tabla 71 Resumen de volúmenes estimados a remover* 150
*Tabla 72 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos maderables.* 154
*Tabla 73 Contenido de Carbono por individuo presente en el área muestreada.* 156
*Tabla 74 Biomasa y contenido de carbono por hectárea de los ejemplares arbóreos maderables.* 157
*Tabla 75 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbóreos maderables.* 158
*Tabla 76 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos juveniles.* 159
*Tabla 77 Contenido de Carbono por especie de ejemplares arbóreos juveniles.* 161
*Tabla 78 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbóreos juveniles.* 162
*Tabla 79 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbustivos.* 163
*Tabla 80 Contenido de Carbono por especie de ejemplares arbustivos.* 164
*Tabla 81 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbustivos.* 165
*Tabla 82 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares de cactáceas.* 167
*Tabla 83 Contenido de Carbono por especie de ejemplares cactáceas.* 168
*Tabla 84 Biomasa y Carbono de los ejemplares de cactáceas.* 169
*Tabla 85 Ecuaciones alométricas para estimar biomasa de ejemplares de cactáceas.* 170
*Tabla 86 Contenido de Carbono por especie de ejemplares de hierbas.* 171
*Tabla 87 Biomasa y Carbono de los ejemplares de herbáceas.* 172
*Tabla 88 Contenido de carbono en la biomasa del área de CUSTF.* 173
*Tabla 89 Índices de captura por tipo de vegetación y potencial de captura de carbono.* 174
*Tabla 90 Uso del suelo y vegetación en la Microcuenca.* 174
*Tabla 91. Potencial de captura de carbono en el área de CUSTF.* 174
*Tabla 92 Contenido de carbono almacenado en la vegetación presente en el área de CUSTF.* 175
*Tabla 93 Equivalente en CO2 del Contenido de carbono almacenado en la vegetación presente en el área de CUSTF.* 178
*Tabla 94 Cuantificación de oxígeno generado por la vegetación presente en el área de CUSTF* 179
*Tabla 95 Especies propuestas para rescatar y reubicar.* 184
*Tabla 96 Arbolado en pie integrados al CAS en los lotes del fraccionamiento* 186
*Tabla 97 Volumen de despalme en la superficie de las vialidades* 189
*Tabla 98 Coordenadas UTM WGS84 14N del sitio de resguardo de materiales, bodega y ubicación del sanitario* 191

*Tabla 99 Dimensiones de las vialidades* ____ 194
*Tabla 100 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la apertura y compactación de calles y andadores* ____ 195
*Tabla 101 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de los pozos de visita (eje del drenaje sanitario)* ____ 196
*Nota:* ____ 196
*E: Pozo existente ejemplo (4-E, 2-E. 3-E)* ____ 196
*Tabla 102 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de drenaje sanitario* _ 203
*Tabla 103 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de la red de agua potable* ____ 204
*Tabla 104 Longitud de tubería y cantidad de cajas de válvulas en la red de agua potable* ____ 205
*Tabla 105 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de agua potable* ____ 208
*Tabla 106 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de ubicación de postes (red de energía eléctrica)* ____ 210
*Tabla 107 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de luz eléctrica* _____ 216
*Tabla 108 Volumen de pavimentación de calles* ____ 221
*Tabla 109 Coeficientes de construcción de viviendas* ____ 222
*Tabla 110 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de viviendas* ____ 226
*Tabla 111 Volúmenes de construcción del proyecto* ____ 228
*Tabla 112 Gasto medio de descarga de aguas residuales al drenaje sanitario* ____ 234
*Tabla 113 Volumen de residuos sólidos urbanos, estimados a generar en las viviendas durante la etapa de operación del proyecto* ____ 235
*Tabla 114 Base de cálculo: generación de residuos sólidos urbanos, por habitante por día en el municipio de Jalpan de Serra.* ____ 239
*Tabla 115 Incidencia de los RSU generados en los municipios de la sierra Gorda* ____ 239
*Tabla 116 Cálculo de los residuos de manejo especial de excavaciones* ____ 243
*Tabla 117 Cálculo de los residuos de manejo especial derivados de la construcción* ____ 243
*Tabla 118 Estimación de sustancias peligrosas a emplear en la construcción del proyecto* ____ 246
*Tabla 119 Origen y destino de los residuos sólidos generados por etapa del proyecto* ____ 248
*Tabla 120 Origen y destino de los residuos líquidos generados por el proyecto.* ____ 251
*Tabla 121 Memoria de cálculo de emisiones de gases por combustión de Diesel durante la preparación del sitio y construcción.* ____ 252
*Tabla 122 Emisiones de contaminantes por combustión de gasolina (anual) durante la preparación del sitio y construcción del proyecto* ____ 253
*Tabla 123 Total de emisiones a generar en las etapas de preparación del sitio y construcción* ____ 253
*Tabla 124 Emisiones anuales de vehículos particulares en la operación del fraccionamiento* ____ 255
*Tabla 125 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica* ____ 359
*Tabla 126 Especies potenciales dentro de la RE* ____ 367
*Tabla 127 Resumen datos de muestreo en vegetación.* ____ 370
*Tabla 128 Índices a utilizar para determinar la diversidad biológica* ____ 370
*Tabla 129. Uso del suelo en la microcuenca y en el área del proyecto, según cartografía del Inventario Forestal Nacional del INEGI 2010* ____ 372
*Tabla 130 Grado de perturbación de la vegetación natural en la Microcuenca.* ____ 374
*Tabla 131. Nivel de perturbación de la vegetación secundaria.* ____ 375
*Tabla 132. Nivel de perturbación por tipo de vegetación.* ____ 375
*Tabla 133. Tamaño y número de sitios de muestreo realizados en cada estrato en la Microcuenca* ____ 377
*Tabla 134. Resumen del cálculo de tamaño de muestra por cada estrato en la Microcuenca.* ____ 378
*Tabla 135 Resultados de la riqueza específica del estrato arbóreo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.* 381
*Tabla 136. Resultados de la riqueza específica del estrato arbustivo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.* ____ 384
*Tabla 137. Resultados de la riqueza específica del estrato cactáceas en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.* ____ 387
*Tabla 138. Resultados de la riqueza específica del estrato herbáceo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.* ____ 390
*Tabla 139 Coordenadas del punto central de los sitios circulares de muestreo en la microcuenca.* ____ 395
*Tabla 140. Coordenadas de sitios cuadrados de muestreo (1x1m) para el estrato herbáceo en la RE.* ____ 396

*Tabla 141 Listado de especies y abundancia relativa del estrato arbóreo en la microcuenca* 398
*Tabla 142. Listado de especies y abundancia relativa del estrato arbustivo en la microcuenca.* 399
*Tabla 143. Listado de especies y abundancia relativa del estrato cactáceas en la microcuenca.* 400
*Tabla 144. Listado de especies y abundancia relativa del estrato herbáceo en la microcuenca.* 401
*Tabla 145 Índice de biodiversidad de las especies del estrato arbóreo en la microcuenca* 402
*Tabla 146. Índice de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo en la microcuenca.* 403
*Tabla 147. Índice de biodiversidad de las especies del estrato cactáceas en la microcuenca.* 404
*Tabla 148. Índice de biodiversidad de las especies del estrato herbáceo en la microcuenca.* 405
*Tabla 149. Resumen del índice de diversidad y riqueza para los cuatro estratos evaluados en la Región Ecológica.* 405
*Tabla 150 Valor de importancia de las especies en el estrato arbóreo de la Región Ecológica.* 406
*Tabla 151 Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en la Microcuenca.* 409
*Tabla 152 Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en la microcuenca (SA)* 411
*Tabla 153 Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo en la Microcuenca* 413
*Tabla 154 Especies identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010* 415
*Tabla 155 Estatus de conservación de las especies de flora inventariadas en la Microcuenca (RE).* 415
*Tabla 156 Especies potenciales fauna* 420
*Tabla 157 Metodología aplicada al muestreo de fauna* 420
*Tabla 158 Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna realizados en la microcuenca.* 423
*Tabla 159. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna, establecidos en el área de CUSTF.* 425
*Tabla 160. Coordenadas de las trampas establecidas en la microcuenca* 426
*Tabla 161. Coordenadas de ubicación de las trampas establecidas en el Área de CUSTF.* 427
*Tabla 162 Ubicación de los puntos de observación de aves en la microcuenca* 429
*Tabla 163. Ubicación de los puntos de observación de aves.* 429
*Tabla 164. Ubicación de las redes de niebla dentro de la microcuenca* 430
*Tabla 165. Ubicación de las redes ornitológicas.* 431
*Tabla 166 Listado de fauna silvestre observada en la microcuenca* 432
*Tabla 167. Listado de fauna silvestre observada en el área de CUSTF.* 433
*Tabla 168. Abundancia y abundancia relativa de las especies de aves en la Microcuenca* 434
*Tabla 169. Abundancia y abundancia relativa de las especies de mamíferos en la Microcuenca* 434
*Tabla 170. Abundancia y abundancia relativa de las especies de reptiles en la Microcuenca* 434
*Tabla 171. Abundancia y abundancia relativa de las especies de anfibios en la Microcuenca* 435
*Tabla 172. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de aves en el área de CUSTF.* 435
*Tabla 173. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el área de CUSTF.* 435
*Tabla 174. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de reptiles en el área de CUSTF.* 435
*Tabla 175. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de anfibios en el área de CUSTF.* 435
*Tabla 176. Riqueza de especies de fauna muestreada en la superficie del proyecto y región ecológica.* 436
*Tabla 177. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la fauna silvestre.* 437
*Tabla 178. Riqueza y biodiversidad de fauna en el área del proyecto.* 438
*Tabla 179. Índice de diversidad por especie y por cada grupo de fauna silvestre encontrado.* 439
*Tabla 180 Especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.* 441
*Tabla 181. Importancia de las especies de fauna identificadas en la Región Ecológica.* 441
*Tabla 182. Abundancia, sociabilidad y tipo de alimentación de las especies de fauna registradas.* 444
*Tabla 183. Tipo de desplazamiento de las especies de reptiles en el área estudiada.* 444
*Tabla 184 Coordenadas de los sitios propuestos para reubicación de la fauna silvestre.* 446
*Tabla 185 Tipos de clima al interior de la Región Ecológica* 449
*Tabla 186 Ubicación geográfica de la estación meteorológica Jalpan de Serra.* 450
*Tabla 187 Temperaturas medias mensuales y anuales promedio entre 1981 y 2010.* 451
*Tabla 188 Precipitación normal entre el periodo de 1981 y 2010.* 453
*Tabla 189 Coordenadas del margen derecho del cauce* 463
*Tabla 190 Coordenadas del margen izquierdo del cauce* 464
*Tabla 191 Anchos del cauce innominado, considerando sus huellas máximas (en diferentes secciones a lo largo del cauce).* 464
*Tabla 192 Tipos de rocas presentes en la microcuenca Jalpan* 469

*Tabla 193 Provincia y subprovincia fisiográfica en la que se localizala Región Ecológica.* 473
*Tabla 194 Sistema de topoformas en la Región Ecológica.* 474
*Tabla 195 Geoformas en la Región Ecológica* 475
*Tabla 196 Tipos de suelo en la Región Ecológica (microcuenca Jalpan).* 478
*Tabla 197 Tipos de suelos en el área del proyecto.* 481
*Tabla 198 Clasificación de rangos de grados de erosión.* 482
*Tabla 199 Valores del factor K, para cada tipo de suelo, según la clasificación de la FAO.* 487
*Tabla 200 Pérdida de suelo en ton/ha/año para el área de estudio de acuerdo al rango definido por la FAO, 1980.* 495
*Tabla 201 Valores C para terrenos forestales sin alterar (adaptado de Tabla 11 de Wischmeier y Smith, 1978)* 497
*Tabla 202 Factor para vegetación y/o uso de suelo.* 497
*Tabla 203 Pérdidas de suelo en ton/ha/año para la zona de estudio, de acuerdo al rango definido por la FAO, 1980.* 499
*Tabla 204 Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.* 503
*Tabla 205 Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.* 504
*Tabla 206. Pérdidas de suelo en ton/ha/año de acuerdo al rango definido por FAO, 1980.* 506
*Tabla 207. Erosión total en toneladas por año en la microcuenca.* 507
*Tabla 208 Factor K por tipo de suelo.* 508
*Tabla 209. Coordenadas de las secciones muestreadas y cotas para obtención de la pendiente a través de las mismas.* 510
*Tabla 210. Resultados del muestreo de longitud y pendiente de secciones del terreno en el polígono de CUSTF.* 510
*Tabla 211. Factor para vegetación y/o uso de suelo.* 511
*Tabla 212. Factor C en el escenario actual del área de CUSTF.* 512
*Tabla 213. Valor del factor P en la zona de CUSTF, bajo el escenario actual.* 512
*Tabla 214. Tasa de erosión de suelos en las áreas de CUSTF, en el escenario actual.* 512
*Tabla 215. Perdida de suelo en la superficie de CUSTF, escenario actual.* 513
*Tabla 216 Valores de C para las áreas dentro del polígono de CUSTF.* 513
*Tabla 217. Tasa de erosión de suelos en las áreas de CUSTF, escenario futuro (con remoción de vegetación).* 513
*Tabla 218. Perdida de suelo en la superficie de CUSTF, escenario futuro (con remoción de vegetación).* 514
*Tabla 219. Incremento en la perdida de suelo con la ejecución del CUSTF.* 514
*Tabla 220. Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.* 515
*Tabla 221. Valor de CATEX para el tipo de suelo presente en el área del proyecto.* 515
*Tabla 222 Incremento en la perdida de suelo con la ejecución del CUSTF.* 517
*Tabla 223 Escenarios de erosión hídrica y eólica, antes y después del supuesto de haber ejecutado el CUSTF.* 517
*Tabla 224. Incremento de erosión total en el área del proyecto bajo el supuesto de haber removido vegetación forestal.* 518
*Tabla 225 Estimación del volumen precipitado en el área de CUSTF.* 538
*Tabla 226. Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).* 539
*Tabla 227. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.* 539
*Tabla 228. Factor K del área del proyecto.* 539
*Tabla 229. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.* 540
*Tabla 230. Escurrimiento medio en el escenario actual.* 540
*Tabla 231. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en el escenario actual (Sin CUSTF).* 540
*Tabla 232. Resumen del balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el escenario actual (con vegetación forestal).* 541
*Tabla 233 Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).* 542
*Tabla 234. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.* 542
*Tabla 235. Factor K del área del proyecto.* 542
*Tabla 236. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.* 543
*Tabla 237. Escurrimiento medio en el escenario con CUSTF.* 543
*Tabla 238. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF con la remoción de vegetación.* 544
*Tabla 239. Resumen del balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el supuesto de haber removido la vegetación en el área de CUSTF.* 544
*Tabla 240. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios.* 544
*Tabla 241 Análisis del componente socio-económico* 551
*Tabla 242 Distribución de la población por tamaño de localidad, 2020* 553

*Tabla 243. Distribución de la población en las principales localidades* 553
*Tabla 244. Porcentaje por género de la situación económica de la población.* 557
*Tabla 245 Tabulador de salarios por actividad en el desarrollo del proyecto* 559
*Tabla 247 Incidencias del proyecto* 597
*Tabla 248 Acciones del proyecto a valorar* 600
*Tabla 249 Actividades del proyecto a valorar* 602
*Tabla 250 Obras y actividades que se relacionan con el proyecto* 603
*Tabla 251 Identificación de los impactos ambientales potenciales a generarse durante cada una de las actividades del proyecto, para cada componente susceptible de ser afectado.* 607
*Tabla 252 Clasificación de los impactos significativos por factor ambiental* 611
*Tabla 253 Impactos significativos* 612
*Tabla 254 Clasificación de los impactos por etapa del proyecto* 614
*Tabla 255 Actividades más impactantes por etapa del proyecto* 615
*Tabla 256. Impactos cítricos por etapa del proyecto* 616
*Tabla 257. Impactos severos por etapa del proyecto* 617
*Tabla 258 Matriz ponderada de impactos* 630
*Tabla 259 Panorama de la erosión hídrica y eólica del suelo con la ejecución del proyecto* 658
*Tabla 260 Coordenadas de puntos de drenaje del AAS* 659
*Tabla 261 Retención de suelo con las barreras de piedra acomodada.* 660
*Tabla 262 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con la reforestación.* 661
*Tabla 263 Tasa de erosión eólica en el predio donde se llevará acabo la reforestación, del año 1 al 6.* 661
*Tabla 264 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con la reforestación.* 662
*Tabla 269 Balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el escenario actual (con vegetación forestal).* 666
*Tabla 270 Capacidad de infiltración en el área de CUSTF con la remoción de vegetación.* 666
*Tabla 271 Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios.* 667
*Tabla 272 Recuperación esperada de la capacidad de infiltración en el predio de reforestación con especies nativas en el año 1.* 669
*Tabla 273 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.* 669
*Tabla 274 Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).* 670
*Tabla 275 Escurrimiento en el escenario de reforestación año 1 al 6.* 670
*Tabla 276 Balance hídrico de la reforestación año 1 al 6.* 671
*Tabla 277 Comparativo de la infiltración actual y con la reforestación por año.* 671
*Tabla 279 Cantidad de ejemplares de flora a rescatar y reubicar* 673
*Tabla 280 Cantidad de planta y superficie a reforestar* 674
*Tabla 281 Contenido de carbono en la biomasa del área de CUSTF.* 674
*Tabla 282 Contenido de carbono de la biomasa aérea y subterránea de los ejemplares a rescatar y reubicar* 676
*Tabla 283 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos juveniles que se busca reforestar.* 677
*Tabla 285 Contenido de carbono que se seguirá capturando en las áreas verdes del proyecto.* 679
*Tabla 286. Contenido de carbono en los ejemplares arbóreos maderables, en la superficie de CUSTF.* 680
*Tabla 287. Contenido de carbono en la superficie forestal del proyecto y en las medidas propuestas* 682
*Tabla 288. Resumen de carbono capturado con las medidas propuestas* 684
*Tabla 289. Proyección de la recuperación de la captura de carbono, con las medidas propuestas* 685
*Tabla 290. Cuantificación de oxígeno generado por las medidas de mitigación* 687
*Tabla 291. Cuadro analítico de los servicios ambientales que se verán mayormente afectados.* 688
*Tabla 292. Rejilla para estimar el impacto positivo derivado de la introducción de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.* 690
*Tabla 293. Total aportado por las medidas de mitigación.* 691
*Tabla 294 Coordenadas UTM del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto* 694
*Tabla 295 Coordenadas UTM del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto* 697
*Tabla 296 Medidas de mitigación y compensación* 700

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

*Ilustración 1 Ubicación del proyecto dentro de la zonificación secundaria del PDUCPJS* ..... 10
*Ilustración 2 Ubicación del proyecto en uso Urbano Habitacional (H2); PDUCPJS* ..... 11
*Ilustración 3 Rutas de acceso al proyecto* ..... 12
*Ilustración 4 Localización del predio y ruta de acceso principal a partir de la C.F. No. 69 Jalpan -Río Verde* ..... 12
*Ilustración 5 Ilustración del proyecto al interior del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda* ..... 14
*Ilustración 6 Sitios Prioritarios para la Restauración CONABIO (2017)* ..... 15
*Ilustración 7 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales CONABIO (2012)* ..... 16
*Ilustración 8 Distribución de superficies* ..... 43
*Ilustración 9 Ubicación del predio en la zonificación forestal* ..... 50
*Ilustración 10 Superficie del proyecto y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales* ..... 51
*Ilustración 11 Colindancias del proyecto* ..... 54
*Ilustración 12 Uso del suelo y cuerpos de agua en la superficie del proyecto y sus colindancias* ..... 55
*Ilustración 13 Superficie con cubierta forestal CUSTF* ..... 56
*Ilustración 14 Recorte del PDUCPJS con la sobreposición del proyecto* ..... 56
*Ilustración 15 Hidrología superficial colindante a la superficie del CUSTF* ..... 57
*Ilustración 16 Márgenes del cauce (delimitación de sus huellas máximas)* ..... 60
*Ilustración 17 Polígono de CUSTF cercano al escurrimiento.* ..... 61
*Ilustración 18 Ancho del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF.* ..... 62
*Ilustración 19 Puntos de referencia del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF.* ..... 63
*Ilustración 20 Puntos de referencia para medición de anchos de cauce cercanos al predio de CUSTF, con un ancho máximo de 5.1 metros.* ..... 64
*Ilustración 21 Huellas máximas y área de protección del arroyo.* ..... 66
*Ilustración 22 Ubicación del proyecto respecto a la delimitación de huellas máximas y áreas de protección del arroyo.* ..... 67
*Ilustración 23 Localización de las principales vías de acceso.* ..... 68
*Ilustración 24 Puntos de concentración del tránsito en las principales vialidades de Jalpan de Serra, Qro. Imagen tomada el día 24 de enero a las 10:00 AM.* ..... 70
*Ilustración 25 Puntos de concentración del tránsito en las principales vialidades de Jalpan de Serra, Qro. Imagen tomada el día 26 de enero a las 08:20 AM.* ..... 70
*Ilustración 26 Direcciones del flujo del escurrimiento laminar en la superficie del proyecto y sus colindancias.* ..... 72
*Ilustración 27 Direcciones del flujo del escurrimiento laminar sobre el predio del proyecto y fuera del mismo.* ..... 73
*Ilustración 28 Detalle de la distribución de espacios (Lotificación y áreas del proyecto)* ..... 82
*Ilustración 29 Ubicación de la exploración geotécnica y zona de influencia del estudio.* ..... 88
*Ilustración 30 Ubicación de las huellas máximas del escurrimiento y faja de 10 metros para su protección.* ..... 94
*Ilustración 31 Ubicación del proyecto dentro de la Microcuenca Jalpan.* ..... 95
*Ilustración 32 Ubicación del proyecto en la microcuenca Jalpan* ..... 96
*Ilustración 33 Uso del suelo y Vegetación en la microcuenca y colindancias del Proyecto* ..... 98
*Ilustración 34 Condiciones de la zona oeste con baja cobertura forestal del predio de CUSTF, se aprecian especies arbóreas y arbustivas, comunes de una vegetación de selva baja caducifolia, solo que con baja abundancia.* ..... 103
*Ilustración 35 Superficie de CUSTF respecto a la superficie del proyecto.* ..... 105
*Ilustración 36 Forma y dimensiones de los sitios de muestreo de flora.* ..... 111
*Ilustración 37 Ubicación de los sitios de muestreo en el área de CUSTF.* ..... 114
*Ilustración 38 Curva de acumulación de especies: Estrato arbóreo en la zona de CUSTF.* ..... 118
*Ilustración 39 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la zona de CUSTF.* ..... 120
*Ilustración 40 Curva de acumulación de especies: Estrato cactáceas en la zona de CUSTF* ..... 122
*Ilustración 41 Curva de acumulación de especies: Estrato herbáceo en la zona de CUSTF.* ..... 124
*Ilustración 42 Gráfico de la biodiversidad por estrato.* ..... 135
*Ilustración 43 Gráfico del valor de importancia de las especies arbóreas.* ..... 139
*Ilustración 44 Gráfico del valor de importancia de las especies arbustivas* ..... 140
*Ilustración 45 Gráfico del valor de importancia de las especies cactáceas* ..... 141
*Ilustración 46 Gráfico del valor de importancia de las especies herbáceas.* ..... 142
*Ilustración 47 Ecuaciones alométricas genéricas para estimar biomasa sobre el suelo.* ..... 152

*Ilustración 48 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces).* ..... *153*
*Ilustración 49 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.* ..... *157*
*Ilustración 50 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997* ..... *162*
*Ilustración 51 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa sobre el suelo (en KG de Materia seca por árbol) de especies de madera dura y especies de pinos de zonas tropicales y templadas.* ..... *163*
*Ilustración 52 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.* ..... *165*
*Ilustración 53 Algunas ecuaciones alométricas para ecosistemas semiáridos y tropicales (Becerril Piña et al, 2014)*..... *166*
*Ilustración 54 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.* ..... *169*
*Ilustración 55 Algunas ecuaciones alométricas para ecosistemas semiáridos y tropicales (Becerril Piña et al, 2014)*..... *170*
*Ilustración 56 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.* ..... *172*
*Ilustración 57 Superficie de preparación del sitio*..... *182*
*Ilustración 58 Dirección de la marcha para el ahuyentamiento de fauna silvestre*..... *183*
*Ilustración 59 Localización de arbolado a dejar en pie*..... *187*
*Ilustración 60 Lotes propuestos para el resguardo de maquinaria, materiales y equipos* ..... *190*
*Ilustración 61 Instalación del sanitario con biodigestor*..... *192*
*Ilustración 62 Sitio sugerido de ubicación de la cabina sanitaria con biodigestor, en el patio.*..... *192*
*Ilustración 63 Zanja tipo para alojar la tubería de la red de drenaje.* ..... *198*
*Ilustración 64 Señalización de seguridad para las redes subterráneas* ..... *199*
*Ilustración 65 Tipos de relleno de zanja conforme al tipo de vialidad (calle y andador) del proyecto* ..... *200*
*Ilustración 66 Corte del pozo de visita tipo* ..... *201*
*Ilustración 67 Detalles de construcción del pozo de visita tipo.* ..... *201*
*Ilustración 68 Detalle del brocal y tapa*..... *202*
*Ilustración 69 Zanja tipo de la red de agua potable*..... *206*
*Ilustración 70 Zanja tipo de la red de agua potable*..... *208*
*Ilustración 71 Sección tipo de viualidaces del proyecto (calles)* ..... *218*
*Ilustración 72 Distribución de las áreas verdes del proyecto*..... *229*
*Ilustración 73 Ratios nacionales de generación de residuos de construcción y demolición (2020)* ..... *247*
*Ilustración 74 Ubicación del proyecto dentro de la región ecológica (Microcuenca Jalpan).*..... *365*
*Ilustración 75 Clasificación de usos de suelo y vegetación*..... *367*
*Ilustración 76 Uso del suelo en la región ecológica y en el predio*..... *372*
*Ilustración 77 Estado de conservación de la vegetación en la Microcuenca.* ..... *376*
*Ilustración 78 Forma y tamaño de los sitios de muestreo en la Microcuenca.* ..... *377*
*Ilustración 79 Curva de acumulación de especies: Estrato arbóreo en la Microcuenca.* ..... *383*
*Ilustración 80 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la Microcuenca.*..... *386*
*Ilustración 81 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la Microcuenca.*..... *389*
*Ilustración 82 Curva de acumulación de especies: Estrato herbáceo en la Microcuenca* ..... *392*
*Ilustración 83 Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca (sitios 1-44).* ..... *397*
*Ilustración 84 Índice de diversidad en la microcuenca* ..... *406*
*Ilustración 85 Gráfica del Valor de Importancia de las especies arbóreas en la Microcuenca.* ..... *408*
*Ilustración 86 Dominancia de copas de Flourensia laurifolia en la Región Ecológica*..... *408*
*Ilustración 87 Gráfica del Valor de Importancia de las especies arbustivas en la microcuenca (SA).*..... *410*
*Ilustración 88 Gráfica del Valor de Importancia de las especies de cactáceas en la microcuenca* ..... *412*
*Ilustración 89 Gráfica del Valor de Importancia de las especies herbáceas en la Microcuenca.*..... *414*
*Ilustración 90 Condición general del estrato herbáceos en el muestreo de la Región Ecológica* ..... *414*
*Ilustración 91 Registro de especies en la zona de Jalpan de acuerdo al geo portal del SNIB* ..... *419*
*Ilustración 92 Ubicación de los transectos en la Región Ecológica fuera de la superficie de CUSTF.* ..... *423*
*Ilustración 93 Ubicación de los transectos 1-5 dentro del área de CUSTF.*..... *424*
*Ilustración 94 Ubicación de las trampas dentro de la Región Ecológica, fuera del área de CUSTF.* ..... *427*

*Ilustración 95 Ubicación de trampas Sherman (1-6) y Tomahawk (1-6) dentro del área de CUSTF. ..... 428*
*Ilustración 96 Ubicación de los puntos de observación de aves y redes de niebla en elRE, fuera del área de CUSTF..... 431*
*Ilustración 97 Ubicación de los puntos de conteo para aves 1-7 y redes de niebla 1-3 dentro del área de CUSTF..... 432*
*Ilustración 98 Comparativo de la riqueza de especies en ambas unidades de análisis. ..... 436*
*Ilustración 99 Valores de diversidad por estrato en el predio de CUSTF y en la Microcuenca..... 438*
*Ilustración 100 Gráfico del índice de biodiversidad de Shannon por estrato en el área de CUSTF. ..... 439*
*Ilustración 101 Áreas potenciales para congregación, reproducción y corredores biológicos para fauna silvestre..... 443*
*Ilustración 102 Zonas de refugio potenciales para la fauna silvestre en la Región Ecológica. ..... 445*
*Ilustración 103 Sitio propuesto para la liberación de fauna silvestre rescatada. ..... 446*
*Ilustración 104 Ejemplo de veredas que se encuentran al interior del área forestal, por donde se podrá llegar al punto de reubicación de fauna..... 447*
*Ilustración 105 Rutas para la reubicación de fauna silvestre. ..... 447*
*Ilustración 106 Tipos de Clima en la Región Ecológica ..... 450*
*Ilustración 107 Temperatura media y extremas mensuales en la estación 22-007 Jalpan DGE, Jalpan de Serra, Qro..... 452*
*Ilustración 108 Temperatura mínima y máxima diaria en Jalpan de Serra (periodo de 14 días). ..... 453*
*Ilustración 109 Distribución de la precipitación en la RE y área de influencia del proyecto. ..... 454*
*Ilustración 110 Precipitación media mensual de acuerdo a los datos de la estación 22-007, (Jalpan DGE), Jalpan de Serra, Qro., estación más cercana al sitio del proyecto (periodo 1981-2010). ..... 454*
*Ilustración 111 Precipitación y nubosidad en Jalpan de Serra (periodo de 14 días). ..... 455*
*Ilustración 112 Zonificación eólica (CENAPRED-CFE) en la RE. ..... 456*
*Ilustración 113 Velocidad de los vientos en Jalpan de Serra (14 días)..... 457*
*Ilustración 114 Velocidad promedio de los vientos en Jalpan de Serra, Querétaro..... 458*
*Ilustración 115 Dirección predominante del viento en Jalpan de Serra, Querétaro. ..... 458*
*Ilustración 116 Grado de riesgo por ciclones tropicales en la Región Ecológica ..... 460*
*Ilustración 117 Grado de riesgo por inundaciones en la Región Ecológica. ..... 461*
*Ilustración 118. Polígono de CUSTF cercano al escurrimiento..... 463*
*Ilustración 119 Puntos de referencia del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF..... 465*
*Ilustración 120 Puntos de referencia para medición de anchos de cauce cercanos al predio de CUSTF. ..... 466*
*Ilustración 121 Dirección del flujo de escurrimiento superficial en el proyecto y sus colindancias ..... 467*
*Ilustración 122 Geología en la Región Ecológica..... 469*
*Ilustración 123 Fallas y fracturas aledañas al Región ecológica ..... 472*
*Ilustración 124 Subprovincia fisiográfica donde se localiza en Región ecológica..... 473*
*Ilustración 125 Topoformas en la Región Ecológica y el área del proyecto..... 474*
*Ilustración 126 Geoformas en la Región Ecológica ..... 475*
*Ilustración 127 Características del relieve en la Región Ecológica. ..... 476*
*Ilustración 128 Mapa de pendientes en la Región Ecológica ..... 477*
*Ilustración 129 Mapa de exposiciones en la Región Ecológica..... 478*
*Ilustración 130 Tipos de suelo en la Región Ecológica..... 479*
*Ilustración 131 Mapa de distribución de los grados de erosiónla Región Ecológica (INEGI). ..... 482*
*Ilustración 132 Mapa de isoerosividad para la República Mexicana (Cortés, 1991). ..... 484*
*Ilustración 133 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país (Cortés, 1991).485*
*Ilustración 134 Factor R en la microcuenca (SA). ..... 486*
*Ilustración 135 Mapa de distribución del factor K, en la microcuenca (SA). ..... 489*
*Ilustración 136 Modelo digital de elevaciones (MDE) del INEGI..... 491*
*Ilustración 137 Conversión de la pendiente a radianes..... 491*
*Ilustración 138 Obtención del subfactor F, utilizado para el cálculo del exponente "m". ..... 492*
*Ilustración 139 Calculo del exponente "m". ..... 492*
*Ilustración 140 Acumulación de flujo ..... 493*
*Ilustración 141 Factor L (Longitud de la pendiente) calculado para la zona de estudio..... 493*
*Ilustración 142 Determinación del Factor S, inclinación de la pendiente. ..... 494*
*Ilustración 143 Mapa de Distribución de la Longitud (L) y el Grado de la Pendiente (S). ..... 495*
*Ilustración 144 Mapa de erosión hídrica potencial. ..... 496*
*Ilustración 145 Factor C, cobertura vegetal en la microcuenca ..... 499*

*Ilustración 146 Clases de erosión hídrica actual en la microcuenca (SA). ..... 500*
*Ilustración 147 Mapa de la distribución de la Erosión hídrica Actual (ton/ha/año) para la zona de estudio. ..... 500*
*Ilustración 148 Cálculo del periodo de crecimiento (PECRE), en la microcuenca. ..... 502*
*Ilustración 149 Cálculo del índice de agresividad del viento en la microcuenca. ..... 502*
*Ilustración 150 Tipos de suelo y sus asociaciones presentes en la cuenca de estudio. ..... 503*
*Ilustración 151 Distribución de los valores de CATEX, en la microcuenca. ..... 504*
*Ilustración 152 Uso de suelo y vegetación de acuerdo a la clasificación INEGI, serie VII. ..... 505*
*Ilustración 153 Valores de CAUSO para la microcuenca (SA). ..... 505*
*Ilustración 154 Rangos de erosión eólica presente en la microcuenca. ..... 506*
*Ilustración 155 Erosión total en toneladas por año en la microcuenca (SA) ..... 507*
*Ilustración 156 Ubicación de las secciones muestreadas de longitud y grado de pendiente (1-28). ..... 509*
*Ilustración 157 Hidrología superficial de la Región Ecológica (Microcuenca Jalpan) ..... 523*
*Ilustración 158 Localización del acuífero donde se ubica la REdel proyecto. ..... 532*
*Ilustración 159 Hidrología subterránea de la Región Ecológica. ..... 535*
*Ilustración 160 Tenencia de la tierra dentro y fuera del SA ..... 566*
*Ilustración 161 Distribución de los impactos significativos por componente ambiental ..... 614*
*Ilustración 162 Impactos significativos por etapa del proyecto ..... 615*
*Ilustración 163 Actividades impactantes del proyecto por etapa ..... 616*
*Ilustración 164 Reducción de la erosión eólica con la medida de reforestación propuesta. ..... 662*
*Ilustración 165 Reducción de la erosión eólica con la medida propuesta de reubicación de flora. ..... 664*
*Ilustración 166 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997. ..... 679*
*Ilustración 167 Proyección de la recuperación de contenido de carbono con las medidas de mitigación propuestas en este estudio. ..... 686*
*Ilustración 168 Áreas de Influencia directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto. ..... 698*

# CAPITULO I - . DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

| CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | |
|---|---|
| **I.1. PROYECTO** | |
| **Nombre del Proyecto[1]** | Urbanización del predio Mirador Campestre, en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, Querétaro. |
| **[1]Utilizar el mismo nombre en todos los documentos relativos a la MIA y en la publicación.** | |
| **I.2. PROMOVENTE** | |
| **Nombre o Razón Social** | Martina Reséndiz Medina; Elvira Reséndiz Medina |
| **I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL** | |
| **Nombre o Razón Social** | Servicios Técnicos Forestales del Norte de Querétaro S.A de C.V. |
| **Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental** | Ing. Pascual de Jesús Mota Reyes. |
| **Correo(s) electrónico(s)** | |

**Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).**

**Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

_____

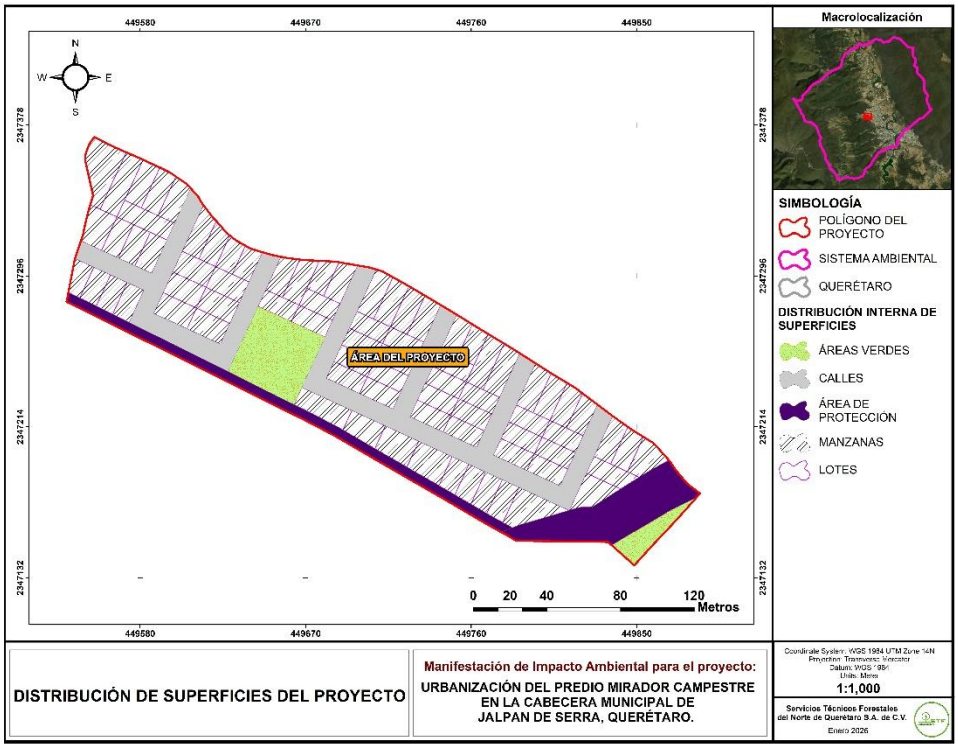
**Nota: La responsabilidad respecto del contenido del presente documento corresponderá a quien lo elabore. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es**

**falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.**

## I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Entidad federativa** | Querétaro | **Municipio** | Jalpan de Serra |
| **Calle y número** | Camino a colonia La Cruz Blanca S/N | | |
| **Código postal** | 76340 | | |
| **Localidad** | Jalpan de Serra | | |

**Imagen de ubicación del Proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman[2]**



**Enlaces a los archivos anexos**

Polígono del proyecto

Polígono de CUSTF

Componenetes del proyecto

Planos del proyecto

Cartografía

Dimensiones del proyecto

## I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El pryecto se localiza en la Cabecera Municipal de Jalpan, Querétaro, al interior de los límites del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, conforme al plano de zonificación secundaria (anexo); en uso **Urbano (Habitacional H2)**, según consta en Dictamen de uso de suelo oficio DU/2346/2024. Por su ubicación geográfica se encuentra al interior del ANP Reserva de la Biosfera, Sierra Gorda.

Cuenta con las siguientes colindancias:

- Al norte: con camino a la colonia La Cruz Blanca
- Al sur: con superficie de Protección Ecológica Agrícola Moderado (PEAM).
- Al este: con la colonia Las Auroras
- Al sur: con colonia La Cruz Blanca

El municipio de Jalpan de Serra presenta una situación complicada para el crecimiento de los asentamientos humanos que en él se ubican, toda vez que la totalidad de su territorio es parte de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, lo complejo de su topografía, la riqueza natural de flora y fauna que presenta y los usos de suelo agrícolas, así como por las amplias áreas de bosques que abarcan el 77.02 % del área municipal, conjugándose todo ello para presentar una aptitud territorial nula para usos industriales y limitada para los asentamientos humanos. En los últimos años la ocupación de la Zona Urbana de la cabecera municipal de Jalpan, se ha expandido y se tiene previsto que continué así hasta agotar los espacios contemplados para su crecimiento. La cabecera municipal de Jalpan se ha desarrollado basándose en un crecimiento urbano ordenado y el respeto de las zonas agrícolas y forestales, de las cuales se toma el mayor aprovechamiento con el más alto sentido de sustentabilidad. Por ello, se plantea que el crecimiento habitacional requerido para la cabecera municipal, sea estrictamente en los límites

que marca la normatividad de usos de suelo de su respectivo Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.

El Reglamento de Construcciones del Estado de Querétaro marcó los criterios y normas para la elaboración del PDUCPJS en el año 2003 (plan vigente); señalando que, del territorio del estado y sus disposiciones derivan en una reglamentación municipal de acuerdo a las características de cada municipio; Jalpan tiene la particularidad de encontrarse en un relieve escarpado y accidentado característico de la Sierra Gorda Queretana, por lo que el mismo documento deja en claro que desde el momento de su formulación existían pocos espacios disponibles para la urbanización, tomando en cuenta que un porcentaje del área ya se encontraba urbanizada y habitada históricamente, y que parte de esa superficie se localizaba ya en terrenos con pendientes superiores al 15%. Se puede comprender entonces que, debido a la inexistencia de superficies que se apegaran estrictamente al criterio de pendientes, se consideró la asignación de superficies para el desarrollo urbano en pendiente superiores.

De conformidad con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU): *las autorizaciones de construcción, edificación, realización de obras de infraestructura que otorgue la Secretaría o las entidades federativas y los municipios deberán realizar un análisis de riesgo y en su caso definir las medidas de mitigación para su reducción en el marco de la Ley General de Protección Civil.*

En el **oficio DU/2346/2024** establece que en base al análsis técnico de la propiedad y a la visita fisica al lugar en su nivel estratégico, se determinó que el predio se encuentra en zona **H2: HABITACIONAL 200 hab/ha**, por lo que dada la compatibilidad de la zona de acuerdo a la Tabla N ormativa de Usos del suelo del Plan de Desarrollo del Centro de Población de Jalpan de Serra, Qro., se emite el **Dictamen de Uso del Suelo,** documento de caracter técnico administrativo que se fundamenta en los instrumentos de planeación urbana vigentes, asi como en las Leyes y Reglamentos que intervienen.

Se anexan y describen en los apartados correspondientes el estudio topográfico y el estudio geotécnico realizados en el sitio del proyecto; así como el estudio hidrológico, este último de acuerdo con la opinión técnica emitida por la Comisión Nacional del Agua, el cauce no corresponde a un escurrimiento superficial definido, sino a una depresión topográfica, por lo que se determina que la construcción del proyecto no involucra ni afecta superficies de jurisdicción federal.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental establece que quienes pretendan llevar a cabo obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de Impacto Ambiental y cuando para el desarrollo de la obra o actividad se pretenda llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

- El proyecto de urbanización consiste en llevar a cabo la subdivisión y distribución de lotes de menor dimensión para la construcción de viviendas unifamiliares, con un desarrollo progresivo.
- Se llevará a cabo la limpieza del predio y preparación del sitio mediante la remoción de vegetación forestal (CUSTF) en el 93.36% de la superficie que sustenta vegetación forestal.
- Se contempla la apertura de vialidades con las dimensiones establecidas en las normas del PDUCPJS y su pavimentación.
- La introducción de infraestructura para el agua potable y drenaje sanitario, conectado a los puntos que autorice la CEA; ofertando los predios con los servicios básicos disponibles para la conexión de las viviendas conforme a los lineamientos municipales, previo a ser habitadas.
- La infraestructura para el suministro de energía eléctrica.
- La supervisión y aplicación de medidas de mitigación durante la construcción de las viviendas.

Los lineamientos y obligaciones a los que se apega el proyecto en materia urbana los esclarece el Código Urbano del Estado de Querétaro. La construcción de cada vivienda es atribución de cada propietario del lote; se ejecutarán a través del tiempo conforme cada propietario disponga de los recursos económicos necesarios para su construcción y en función de sus necesidades; realizando el trámite para la obtención de la licencia de construcción correspondiente ante la autoridad municipal, en donde serán señaladas las obligaciones normativas de construcción de la vivienda, las condiciones mediante las cuales deberá solicitar la conexión a los servicios públicos. Durante la construcción progresiva de viviendas, operación y mantenimiento se llevará cabo la supervisión de las actividades por parte del promovente, apoyando a las autoridades municipales en el cumplimiento de la normatividad en materia de construcciones y desarrollo urbano, y para el cumplimiento de las medidas propuestas y condicionantes que se establezcan en el resolutivo.

Cuando se hayan realizado las obras de infraestructura que se requieren para la prestación de los servicios de agua potable y drenaje sanitario, la Comisión Estatal de Aguas realizará la instalación y conexión, con excepción de los inmuebles no construidos, en los cuales no existirá obligación de realizar instalación y conexión hasta que se vaya a iniciar la construcción correspondiente que requiera la prestación del servicio. Cabe señalar que estas actividades son realizadas por personal del organismo operador o por el propietario de la vivienda y supervisadas por la CEA, por lo tanto; no podrán efectuarse sin conocimiento de la autoridad y sin acatar las condiciones que se impongan.

Para la instalación eléctrica, el dueño de cada predio llevará a cabo la construcción de la acometida conforme a las especificaciones de la CFE, esta puede estar integrada en la vivienda, barda o de manera individual en la orilla del predio. La CFE revisará la instalación y llevará a cabo la conexión del cableado, mediante contrato previo con el propietario. La conexión de los servicios (agua, luz y drenaje sanitario) a cada uno de los lotes será por cuenta de los adquirientes mediante contratos directos con los organismos operadores.

Durante la operación del proyecto se establecerá el comité de colonos para la organización de los habitantes del fraccionamiento, para el cumplimiento de los reglamentos municipales, la vigilancia, así como llevar a cabo las denuncias pertinentes para la sana convivencia y el buen uso de la infraestructura urbana y el cuidado al ambiente.

### I.6. SELECCIÓN DEL SITIO

La selección del sitio obedece principalmente a que el proyecto se realiza en propiedad privada, según consta en escritura pública (anexa). La fracción del predio se encuentra en el área con uso Urbano Habitacional (H2), conforme a la sub zonificación del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra (PDUCPJS 2003), vigente; publicado en el periódico oficial “La Sombra de Arteaga” el 30 de mayo de 2003, debidamente inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio. Así mismo cuenta con **Dictamen de Uso de suelo**, compatible con el uso pretendido (se anexa plano en gran formato con la ubicación del proyecto).

La superficie propuesta para su urbanización es de **29,258.86 m$^2$** (2.925 ha); se localiza al Oeste del PDUCPJS, dentro de los límites señalados en la zonificación secundaria; sus colindancias son las siguientes:

- Al norte: con superficie de la propiedad
- Al sur: con camino y colonia La Cruz Blanca (Jardines)
- Al este: con camino a la colonia La Cruz Blanca y desarrollo urbano
- Al oeste: con superficie de Protección Ecológica Agrícola – Moderado (ocupado con desarrollo de vivienda).

La totalidad de la fraccion a urbanizar se localiza dentro de un Área Natural Protegida de competencia federal. El 100 % de la superficie presenta cobertura de vegetación forestal; por tal motivo, se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de obras dentro del ANP y por Cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Asimismo, se somete a evaluación el ETJ para el Cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF).

El predio se subdividirá en 78 lotes **para la construcción de 78 viviendas residenciales unifamiliares (una vivienda por cada lote)**, vialidades

pavimentadas y áreas verdes; conforme a las dimensiones y coeficientes establecidos en la normatividad del PDUCPJS, para un uso Urbano Habitacional H2 (200 hab./ha.) e instrumentos normativos en materia urbana.

*Tabla 1 Obras temporales*

| **Indicar las obras temporales previstas** |
|---|
| • En el proyecto **no se llevará a cabo la instalación de campamentos**; el personal que labore en cualquier etapa del proyecto, será local, pudiendo trasladarse diariamente al inicio y final de la jornada.<br><br>• **Bodega:** En un extremo del patio se construirá una pequeña bodega elaborada con materiales sencillos (lámina y madera) para su posterior desmantelamiento; se plantea en la entrada al predio para llevar a cabo el control de acceso de vehículos y personal autorizado; así también en este espacio se colocará los sanitarios para los trabajadores y contenedores de residuos. |

Fuente: Portal SIGEIA, SEMARNAT, proyectos autorizados por la ORE, en el estado de Querétaro.

Criterios considerados en la selección del sitio:

## Criterios ambientales

- El proyecto se localiza al interior del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, es compatible con la Sub zonificación y Programa de Manejo.
- El proyecto se encuentra dentro de los límites del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra (PDUCPJS), **con un uso Urbano Habitacional H2**; por lo que se conserva el equilibrio entre la naturaleza y la ciudad atendiendo la planificación de los asentamientos humanos, procurando la conservación de los recursos naturales fuera de estos límites.
- Al ubicarse en un área contemplada para su urbanización, se evita la fundación de nuevos centros de población y el cambio de uso de suelo en superficies no adecuadas, optando por aquellas zonas que se encuentran aprobadas y reguladas por el instrumento de Planeación Urbana Municipal.
- Se densifica el uso del suelo donde se concentran los servicios básicos, evitando la afectación de superficies adicionales por la construcción de redes de servicios de agua, luz y drenaje sanitario fuera de los límites urbanos.
- Se cuenta con los servicios públicos accesibles y con capacidad de soporte para las futuras viviendas.
- Se lleva a cabo la utilización plena y racional del suelo, conforme a la compatibilidad establecida en el PDUCPJS, mediante un uso eficiente, apegándose al coeficiente de ocupación para concentrar la población en las áreas urbanas y evitar con ello la extensión hacia áreas no aptas.

- La vegetación afectada por el proyecto está conformada principalmente por especies arbustivas y árboles de porte bajo; distribuida ampliamente en la región ecológica; por lo tanto, no se compromete la diversidad del ecosistema (como se demuestra en el apartado correspondiente).
- Se mantendrá arbolado de especies nativas presentes en el predio, integrándose en el área verde de cada lote, constituyendo el coeficiente de absorción del suelo (CAS), señalado en el PDUCPJS; promoviendo su cuidado y mantenimiento, en apego a lo establecido en los Reglamentos municipales.
- De acuerdo con las condiciones de la vegetación analizada, se considera en proceso de degradación por la composición de especies y la perturbación antropogénica a la que se encuentra sometida.
- En la superficie del proyecto (2.9258 ha), no se registró durante el inventario especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni sitios con características únicas y/o especiales para el desarrollo de especies de fauna que pudieran resultar afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- La topografía del terreno es inclinada con una pendiente promedio de 26.9%, aceptable para el establecimiento de viviendas conforme a lo aclarado mediante oficio DU/2346/2024, respecto a lo señalado en el instrumento normativo (PDUCPJS).
- La distribución de espacios en los que se subdividirá el predio se realiza evitando el excesivo movimiento de tierras para la construcción de viviendas, calles y servicios.
- De conformidad con la cartografía del CENAPRED el pedio se localiza alejado de la zona de riesgos geológicos por inestabilidad de laderas.
- De acuerdo con la geotecnia del sitio no se sitúa sobre alguna zona con presencia de fallas o fracturas que suponga deslaves, hundimientos o deslizamientos, que pongan en riesgo la estabilidad del suelo, las construcciones y la seguridad de sus habitantes.
- No se desvían escurrimientos o cuerpos de agua, se mantiene una faja para la protección de los bordes del escurrimiento que intercepta con el proyecto, excluyendola de la urbanización.
- El predio no es susceptible a inundaciones, al tener una pendiente promedio de 26.9% y fuera de el escurrimiento.
- Por su colindancia en dos de sus lados con el área urbana, no se fraccionan hábitats conservados que afecten las rutas de migración de especies de vegetación y fauna silvestre; no se consideran sitios de importancia para el anidamiento y reproducción de fauna.
- No se irrumpe la continuidad del paisaje, debido a que no se ubica en un punto sobresaliente (respecto al asentamiento humano) y colinda en dos de

sus lados con la zona urbanizada. Su entorno es dominado por obras civiles (viviendas, vialidades, infraestructura de servicios).

- El predio se encuentra alejado de las áreas agrícolas y zona de deposición de la microcuenca, por lo tanto, se evita el riesgo de construir sobre suelos inestables.
- El proyecto se asienta sobre rocas calizas lutitas, que al poder fraccionarse con maquinaria especializada se evita el uso de explosivos durante las labores constructivas que impliquen riesgos a los habitantes y viviendas en las colindancias.
- La estratigrafía del sitio es uniforme, con un rango de carga admisible de 30 ton/$m^2$ con un factor de seguridad de 3, considerado un suelo estable para el uso pretendido.
- El tipo de roca y suelo que se extraiga de las excavaciones es útil para la construcción de cimentaciones y rellenos, empleando al máximo los materiales excavados.

**Criterios económicos**

- El criterio económico principal es que el proyecto se pretende desarrollar en un terreno propiedad de la promovente, evitando así gastos por su adquisición.
- Por las dimensiones del predio, su tipo de cobertura forestal y su ubicación en el ANP, no representa interés económico rentable para el aprovechamiento de los recursos naturales.
- La superficie del proyecto se encuentra dentro del límite urbano, por lo tanto, tiene un destino que representa una oportunidad de negocio para su propietaria y una oportunidad para cubrir las necesidades de vivienda en la población.
- El valor e importancia que recobran los predios en áreas urbanas, debido a la plusvalía que representa el contar con infraestructura disponible y el acceso a otro tipo de bienes y servicios urbanos.
- La cabecera municipal de Jalpan de Serra, es un polo de desarrollo regional con crecimiento poblacional que demanda de espacios para vivienda y comercio.
- La factibilidad de servicios evita fuertes inversiones a cargo del titular; como son los puntos de conexión a: colectores de drenaje, el tratamiento de aguas residuales sanitarias; las redes de distribución de energía eléctrica, el suministro de agua potable y el confinamiento de RSU.
- La disponibilidad de los servicios básicos, cercanos a la superficie de construcción, favorece la conexión de la infraestructura, evitando la creación de nuevas redes desde sitios muy alejados. En consecuencia, se evita el alza

de precios de los lotes, siendo accesibles para la mayoría de las familias de la región serrana.

- Se crea una derrama económica local por la adquisición de materiales y la oferta laboral durante la etapa constructiva de la infraestructura de servicios y viviendas.
- El proyecto impulsará a la industria de la construcción y se ofrecerán empleos directos e indirectos a un gran número de personas.
- Se generarán ganancias económicas por la venta de los lotes, que permitan sufragar los costos de estudios, trámites, permisos, las obras de infraestructura de servicios que son exigidas por la CEA y los trámites ante la autoridad municipal para la subdivisión y venta de lotes; además de costear las medidas de mitigación propuestas.

### I.6.1. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

La superficie total del proyecto se encuentra en la cabecera municipal de Jalpan, Querétaro, en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, Instrumento Técnico Jurídico cuya actualización fue aprobada en acuerdo de Cabildo en sesión celebrada el 18 de diciembre de 2002, por decreto del Ejecutivo del Estado el 08 de enero de 2003 e inscrito en el registro público de la propiedad y el comercio el 22 de agosto de 2003; por lo que es congruente y compatible el uso que se pretende (se anexa plano en gran formato para su lectura).

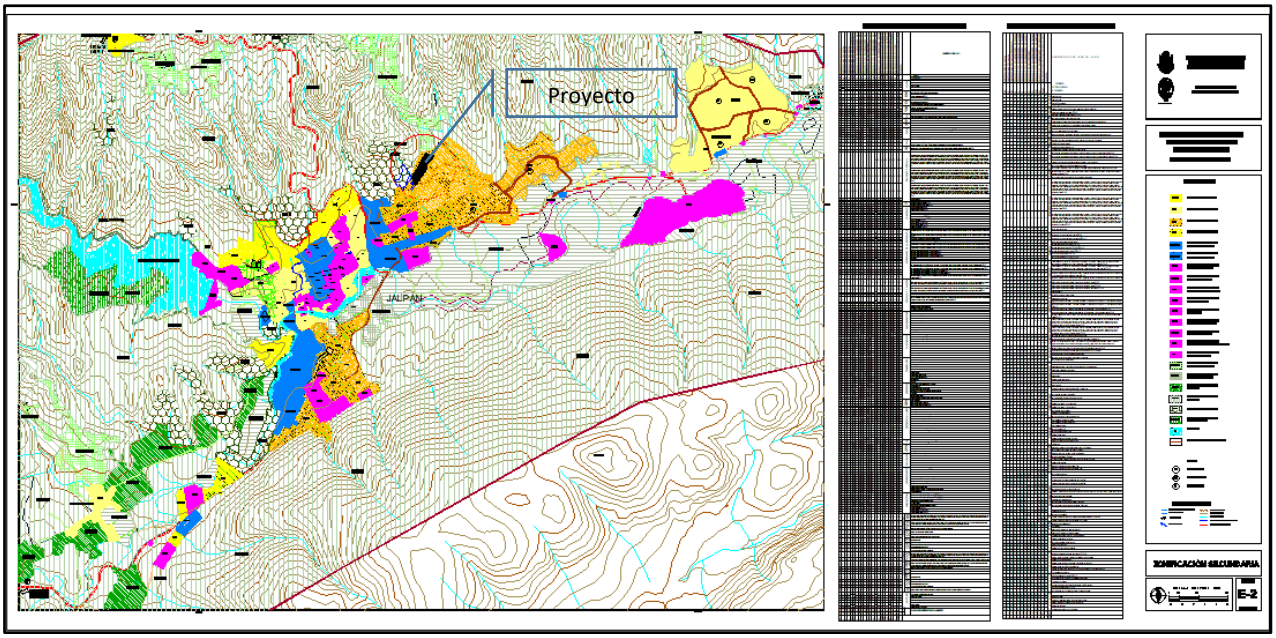



Ilustración 1 Ubicación del proyecto dentro de la zonificación secundaria del PDUCPJS

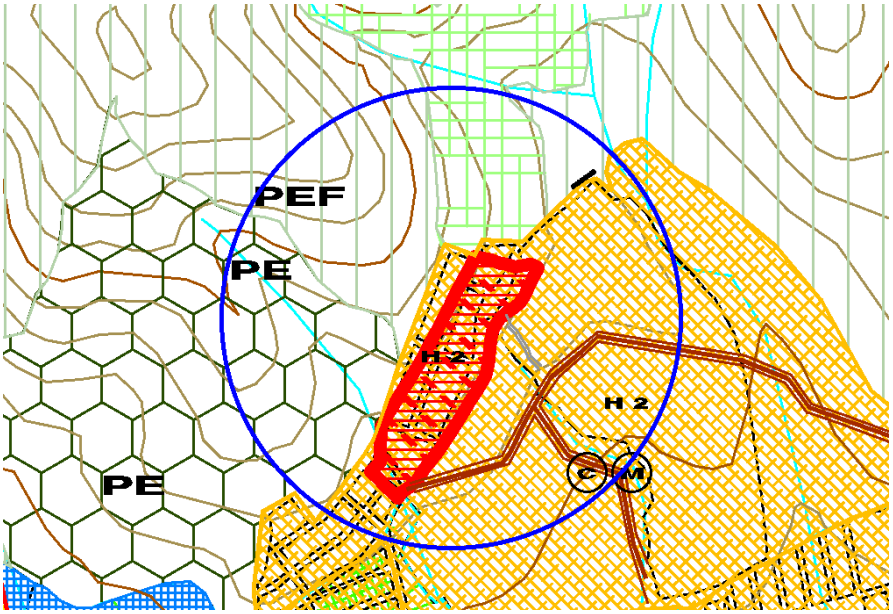


Ilustración 2 Ubicación del proyecto en uso Urbano Habitacional (H2); PDUCPJS

El acceso al proyecto es posible por las siguientes rutas:

**Ruta (1)** Desde la carretera federal 69 Jalpan–Río Verde, a la altura del kilómetro 1.3, se toma la calle Monte Everest, ubicada al costado izquierdo del establecimiento Cervimax, recorriéndose una distancia aproximada de 244 metros. Posteriormente, se gira a la izquierda para incorporarse a la calle San Miguel, por la cual se transita aproximadamente 136 metros; finalmente, se gira a la derecha en la calle Paraíso y se continúa por un tramo de 396 metros hasta llegar a los límites del predio correspondiente al proyecto.

**Ruta (2)** El acceso se logra por la carretera Federal No. 69 Jalpan – Río Verde, a la altura del km 0+800, teniendo como referencia para acceder al predio el parque recreativo ubicado en la colonia Puerto de San Nicolás, para posteriormente tomar la calle Michoacán, misma que se recorre por 12 cuadras (mano izquierda) hasta llegar a la esquina con la calle 24 de Febrero y de ahí tomar el camino ubicado del lado derecho que conduce a la colonia La Cruz Blanca (Movimiento Social) por un recorrido de aproximadamente 50 metros se llega al predio donde se ubica el polígono de cambio de uso de suelo.

**Ruta (3)** Desde la Carretera Federal 120, sobre la calle Alcantarillas y 24 de febrero rodeando la zona urbana, evitando el ingreso a las colonias aledañas a la superficie del proyecto.




Ilustración 3 Rutas de acceso al proyecto

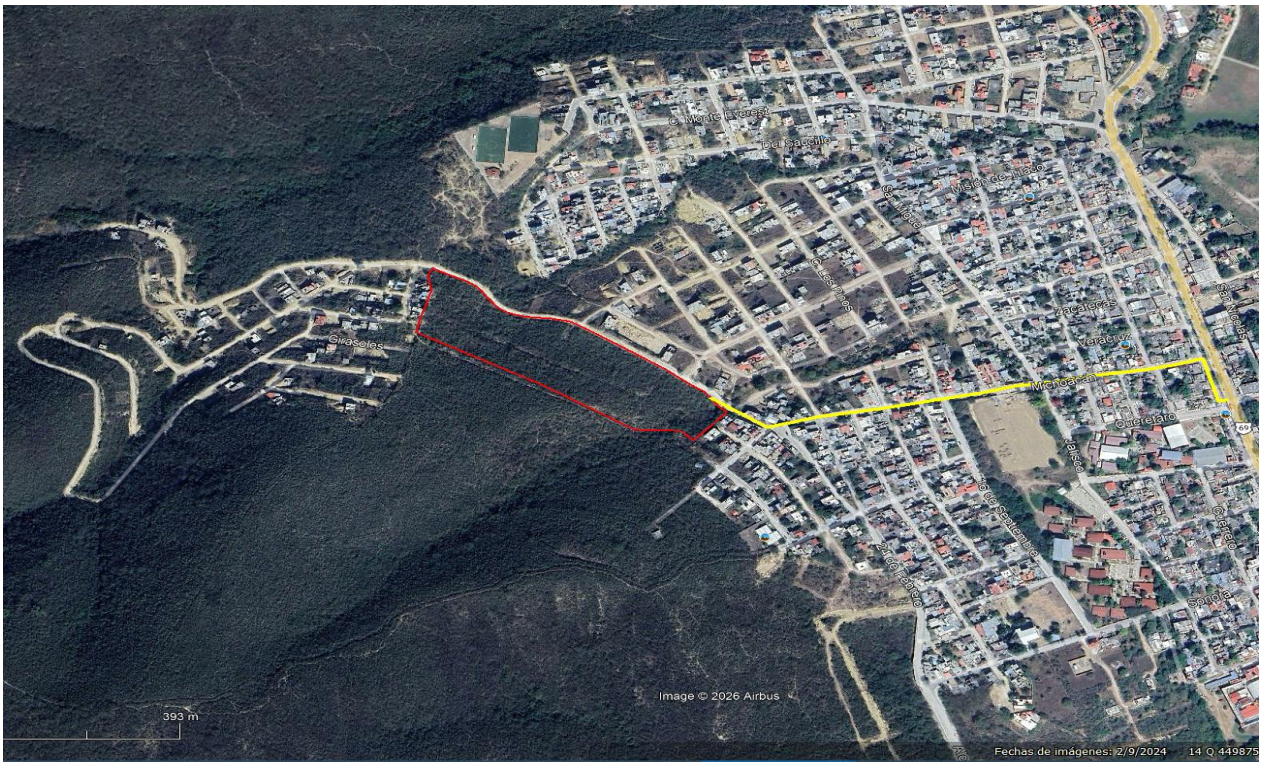



Ilustración 4 Localización del predio y ruta de acceso principal a partir de la C.F. No. 69 Jalpan -Río Verde

A continuación, se presentan las coordenadas de la superficie del proyecto, en formato UTM WGS84 14N acotado en metros (se anexa plano de "ubicación del proyecto").

*Tabla 2 Ubicación geográfica del polígono del proyecto Mirador Campestre*

| **POLÍGONO DEL PROYECTO** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Área: 29,258.8643 m² Perímetro: 883.612 m** | | | | | | | | |
| **Vértice** | **Coordenada X** | **Coordenada Y** | **Vértice** | **Coordenada X** | **Coordenada Y** | **Vértice** | **Coordenada X** | **Coordenada Y** |
| 1 | 449763.681 | 2347267.799 | 27 | 449555.144 | 2347371.473 | 53 | 449758.406 | 2347167.028 |
| 2 | 449749.078 | 2347276.806 | 28 | 449552.592 | 2347368.022 | 54 | 449768.079 | 2347161.407 |
| 3 | 449727.321 | 2347289.775 | 29 | 449551.305 | 2347364.891 | 55 | 449776.183 | 2347156.898 |
| 4 | 449711.767 | 2347298.504 | 30 | 449550.15 | 2347361.211 | 56 | 449780.548 | 2347154.47 |
| 5 | 449705.102 | 2347300.514 | 31 | 449550.064 | 2347359.312 | 57 | 449784.178 | 2347152.219 |
| 6 | 449686.351 | 2347303.73 | 32 | 449554.447 | 2347339.608 | 58 | 449792.233 | 2347152.041 |
| 7 | 449668.194 | 2347304.72 | 33 | 449551.968 | 2347331.507 | 59 | 449810.086 | 2347151.812 |
| 8 | 449659.712 | 2347305.773 | 34 | 449549.536 | 2347321.526 | 60 | 449821.444 | 2347151.796 |
| 9 | 449652.334 | 2347307.268 | 35 | 449549.093 | 2347318.651 | 61 | 449834.395 | 2347151.478 |
| 10 | 449645.988 | 2347309.011 | 36 | 449544.546 | 2347305.287 | 62 | 449836.376 | 2347149.706 |
| 11 | 449640.279 | 2347310.724 | 37 | 449540.012 | 2347281.97 | 63 | 449848.627 | 2347138.747 |
| 12 | 449632.106 | 2347315.333 | 38 | 449556.131 | 2347274.05 | 64 | 449858.436 | 2347149.545 |
| 13 | 449627.174 | 2347319.24 | 39 | 449574.663 | 2347264.837 | 65 | 449868.791 | 2347160.478 |
| 14 | 449621.65 | 2347325.63 | 40 | 449579.604 | 2347262.351 | 66 | 449874.981 | 2347167.285 |
| 15 | 449619.406 | 2347327.891 | 41 | 449588.163 | 2347258.217 | 67 | 449882.409 | 2347175.592 |
| 16 | 449613.5 | 2347335.7 | 42 | 449603.104 | 2347250.794 | 68 | 449884.407 | 2347177.827 |
| 17 | 449611.528 | 2347339.129 | 43 | 449609.08 | 2347247.79 | 69 | 449877.51 | 2347183.073 |
| 18 | 449605.353 | 2347345.958 | 44 | 449628.565 | 2347238.101 | 70 | 449870.919 | 2347190.908 |
| 19 | 449600.759 | 2347349.122 | 45 | 449643.523 | 2347230.548 | 71 | 449868.108 | 2347195.223 |
| 20 | 449596.13 | 2347352.19 | 46 | 449656.794 | 2347223.917 | 72 | 449867.45 | 2347195.954 |
| 21 | 449591.067 | 2347354.771 | 47 | 449668.595 | 2347218.162 | 73 | 449859.249 | 2347205.054 |
| 22 | 449584.9 | 2347357.558 | 48 | 449685.677 | 2347209.2 | 74 | 449847.402 | 2347212.418 |
| 23 | 449582.808 | 2347358.603 | 49 | 449705.116 | 2347197.881 | 75 | 449836.673 | 2347220.067 |
| 24 | 449569.854 | 2347364.276 | 50 | 449719.62 | 2347189.498 | 76 | 449816.513 | 2347235.205 |
| 25 | 449563.056 | 2347367.318 | 51 | 449726.416 | 2347185.566 | 77 | 449803.038 | 2347243.343 |
| 26 | 449558.109 | 2347369.938 | 52 | 449745.547 | 2347174.561 | 78 | 449783.959 | 2347255.568 |

El proyecto se encuentra inmerso en el Área Natural Protegida de jurisdicción Federal con categoría de Reserva de la Biosfera, denominada "Sierra Gorda" dentro de la zona de amortiguamiento, en una subzona de aprovechamiento intensivo, donde el desarrollo urbano es una actividad permitida.

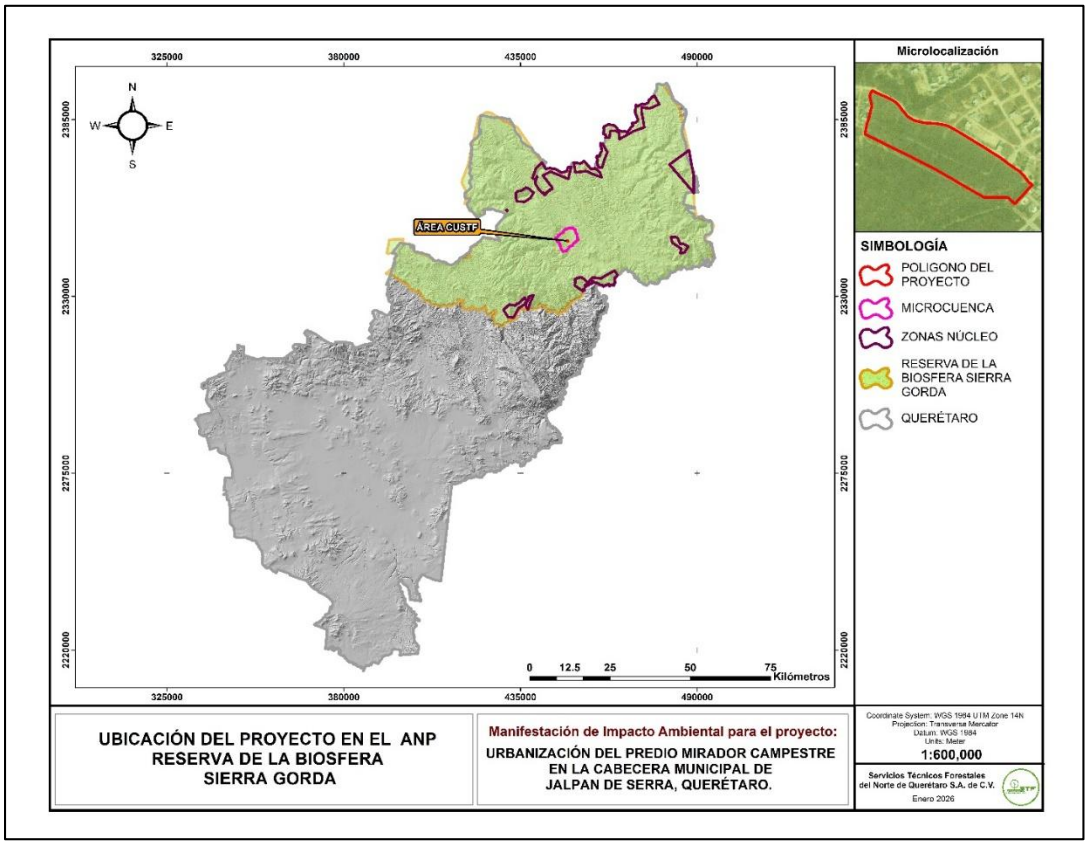



Ilustración 5 Ilustración del proyecto al interior del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda

Con relación a la cartografía de la CONABIO, el proyecto y su zona de influencia se traslapan con las siguientes regiones de importancia para la biodiversidad: *Región Hidrológica Prioritaria (RHP-75) Confluencia de las Huastecas*[1]; dentro de la *Región Terrestre Prioritaria (RTP-101) Sierra Gorda/Río Moctezuma*[2] y en un *Área de Importancia para la Conservación de las Aves* (AICA-6) Reserva de la Biosfera Sierra Gorda[3]. Además de sitios prioritarios para la restauración y sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales que interceptan elREcomo se muestra en la siguiente ilustración.

[1] Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4 000,000. México. (conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl);
[2] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2004). "Regiones Terrestres Prioritarias". Escala 1:1 000,000. México. (conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl);
[3] Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1999). "Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves". Escala 1:250,000. México. Financiado por CONABIO–FMCN–CCA. (conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl).

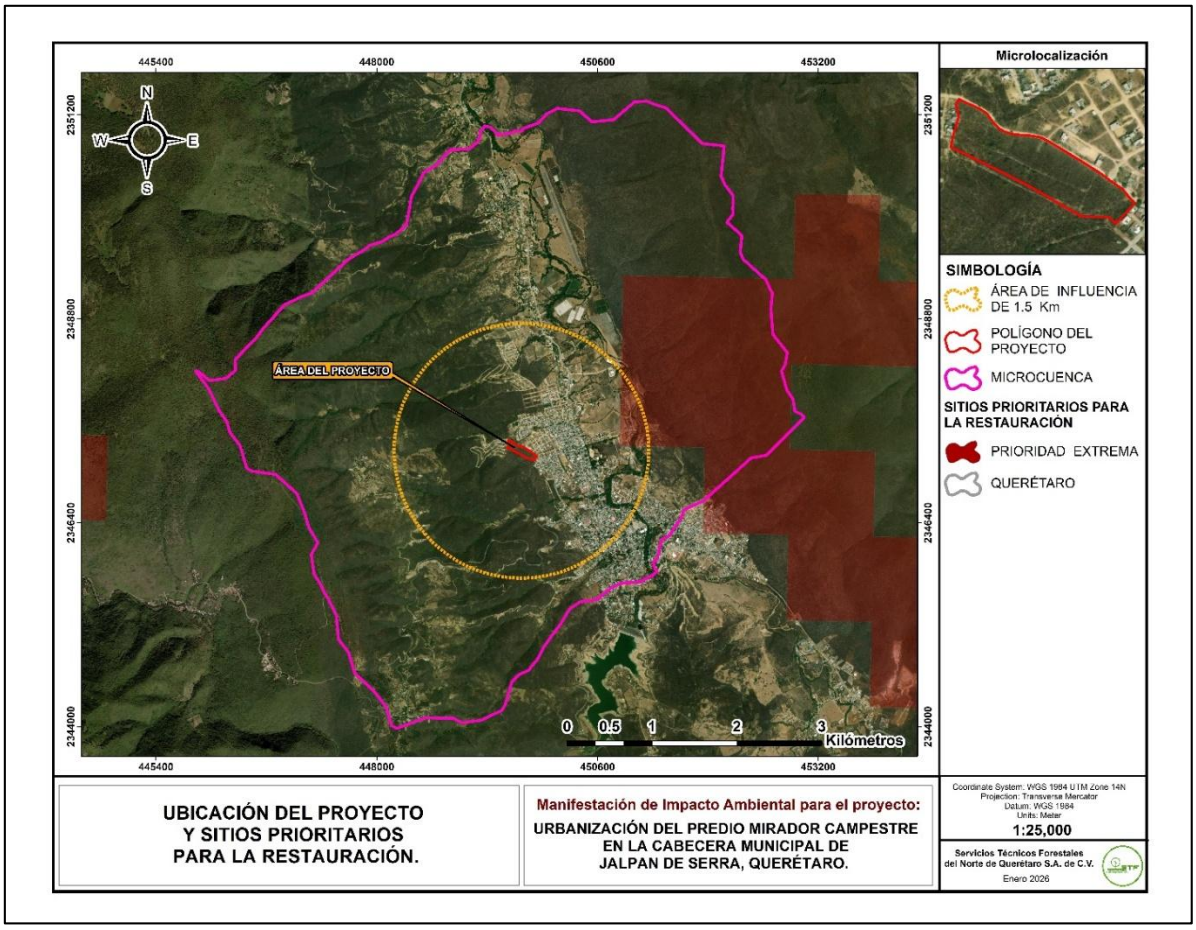



Ilustración 6 Sitios Prioritarios para la Restauración CONABIO (2017)

Los sitios prioritarios para la restauración (SPR) representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de contribuir a **incrementar la conectividad ecológica** y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global (Tobón *et al.* 2016, 2017).

La superficie (SPR) que se sobrepone con la región ecológica, se localiza alejada, al Este del proyecto, en el Cerro del Astillero, superficie de posesión federal que se encuentra en estado de conservación, por lo que las medidas de restauración se propone llevarlas a cabo en otras superficies degradadas, con la capacidad de carga para el establecimiento del arbolado a reubicar y la reforestación.

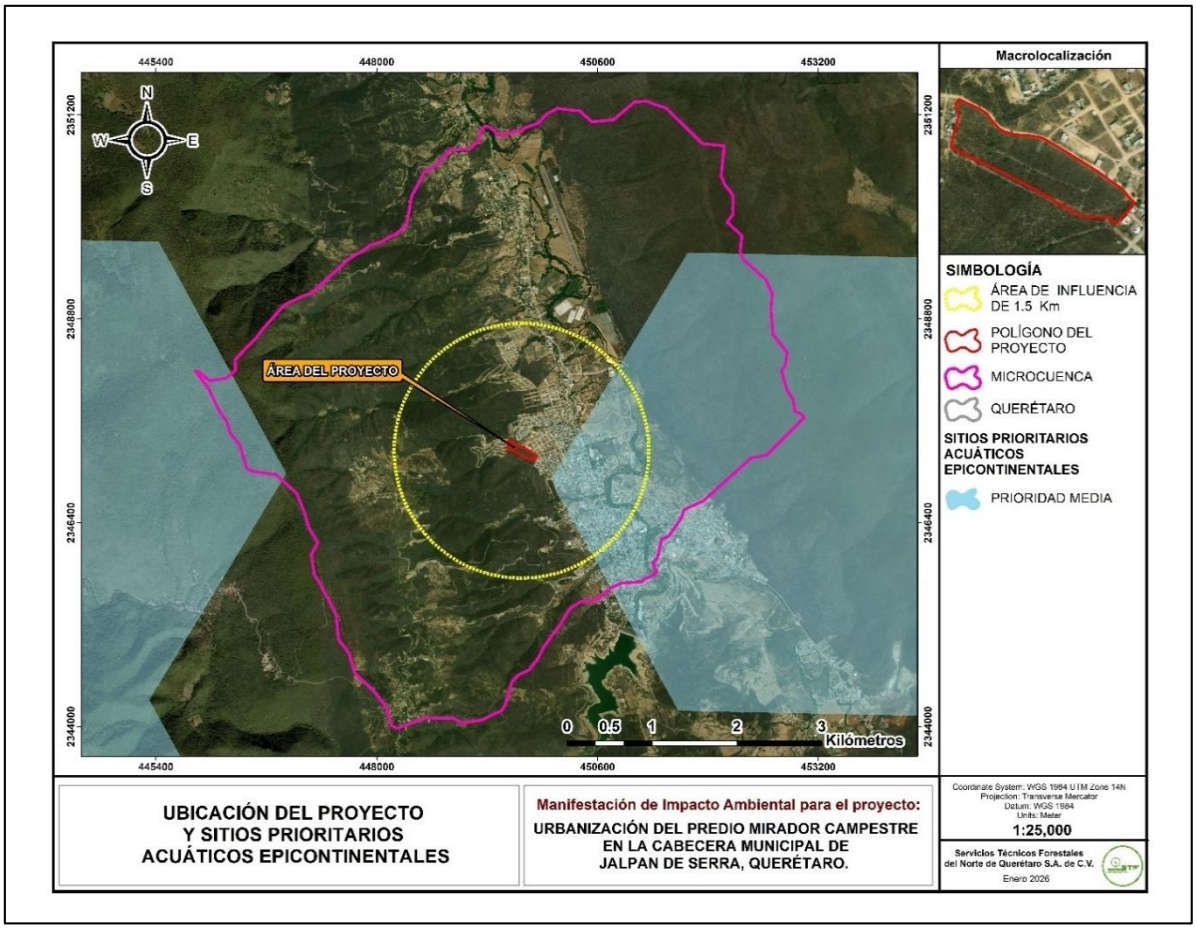



Ilustración 7 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales CONABIO (2012)

La CONABIO establece que una de las estrategias para el mantenimiento de estos ecosistemas es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua. En este sentido, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales (SPEC) resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

En la región ecológica se sobrepone una de estas áreas de importancia media; sin embargo se encuentra alejada de la superficie del proyecto. Cabe señalar que dicho sitio prioritario “acuático” tampoco contempla a la presa Jalpan.

En relación al polígono del proyecto se delimitó la zona de análisis (809.58 ha), considerando un área de influencia de 1.5 km a partir del polígono en el que se pretende realizar el proyecto, traslapándose las siguientes regiones de importancia para la biodiversidad:

*Tabla 3 Ubicación en las áreas de importancia para la biodiversidad*

| Capa | Predio 2.9258 ha | Área de influencia 706.80 ha |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Áreas Naturales Protegidas Federales | 100 % | 100 % |
| Regiones Terrestres Prioritarias | 100 % | 100 % |
| Regiones Hidrológicas prioritarias | 100 % | 100 % |
| Área de importancia para la conservación de las aves | 100 % | 100 % |
| Sitios prioritarios para la restauración | 0% | 2.82% |
| Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales | 0% | 20.68% |

En relación a la intersección del proyecto y su área de influencia con los corredores bioclimáticos de la CONABIO, es importante resaltar que la conservación de especies y ecosistemas sólo se puede lograr si hay **conectividad ecosistémica** y los hábitats están **conectados funcionalmente** (Hilty *et al.* 2020); ya que estas rutas son clave para la dispersión de la flora y la fauna entre fragmentos de vegetación natural al evitar barreras antropogénicas (como los asentamientos humanos, la infraestructura carretera y otros usos del suelo). Además, en el diseño de los corredores bioclimáticos, se consideran explícitamente variables climáticas para evitar cambios bruscos en la temperatura y precipitación y seguir transiciones graduales de los gradientes climáticos altitudinales o latitudinales, para que los organismos puedan encontrar condiciones climáticas adecuadas ante el calentamiento global.

En tal sentido, el proyecto colinda en dos de sus lados con el área urbana de Jalpan de Serra; por lo tanto, el predio no se localiza en un sitio que interfiera con un corredor bioclimático perfectamente definido y funcional.

De conformidad con el art. 157 del Código Urbano del Estado de Querétaro, que señala *En los casos de desarrollos inmobiliarios colindantes con áreas naturales protegidas o zonas de conservación ambiental, se deberá prever que las superficies de equipamiento urbano destinadas a los espacios públicos y las áreas verdes concentradas se localicen preferentemente en la frontera de colindancia (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15);* se proponen áreas verdes, en la colindancia con áreas de protección en el PDUCPJS, así mismo se conserva vegetación a ambos márgenes del escurrimiento temporal para su protección.

Hidrológicamente el proyecto y su área de influencia se encuentra en la RH No. 26 Pánuco, Cuenca hidrológica Río Tamuín, subcuenca Tampaón - Santa María; al interior de la **microcuenca Jalpan**. El **acuífero Tampaón- Zona de Sierra** no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea; sin embargo, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua. El servicio de agua potable en el proyecto durante su vida útil será suministrada por el organismo operador CEA encargado de la distribución de agua potable en la zona y la admninistración de las fuentes de abastecimiento.

*Tabla 4 Obras y actividades del proyecto de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*

| **Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.** |
|---|
| **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:**<br><br>**S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.** |

El REIA[4] es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal a que se refiere el artículo 28 de la (LGEEPA).

En su artículo 5to señala que - *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

**O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:**

*I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1,000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.*

**S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.**

*Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de:*

*a) Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del*

[4] *Última reforma publicada DOF 31-10-2014*

*presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos;*
*b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;*
*c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables, y*
*d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.*

El proyecto pretende la urbanización de la superficie propuesta, mediante la apertura de vialidades, introducción de infraestructura básica de servicios: luz eléctrica, agua potable, drenaje sanitario; la pavimentación de calles, división en lotes y las obras de construcción de viviendas que constituyan el fraccionamiento "Mirador Campestre", así como su operación y mantenimiento. La preparación del sitio implica la remoción de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en la superficie de construcción (93.36% de la superficie del proyecto).

### I.6.2. INVERSIÓN REQUERIDA DEL PROYECTO

*Tabla 5 Inversión requerida del proyecto*

| Costo de inversión del proyecto (Etapas: Preliminares, Preparación del sitio y Construcción) | Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración | Costos de operación y mantenimiento | IVA | Total |
|---|---|---|---|---|
| $105,702,107 | $1,082,795.00 | $3,291,700.00 | $17,612,256.32 | $127,688,858.32 |

Conforme a los requisitos señalados por la autoridad Municipal respecto a las obligaciones del fraccionador para obtener la licencia de subdivisión, se contempla

la responsabilidad de construir la infraestructura necesaria para los servicios y consisten en: la apertura de vialidades e introducción de infraestructura primaria de servicios básicos (agua potable, drenaje sanitario, pluvial y luz eléctrica), así como la pavimentación de calles (calzadas y banquetas); los costos de estas actividades fueron considerados en la inversión del proyecto.

Se contemplan inversiones previas que consisten en el levantamiento topográfico para el trazado de vialidades y distribución de los lotes en los que se subdivide la superficie del proyecto; así como los costos de los estudios preliminares (hidrológico y mecánica de suelos) y el pago de los trámites que se realizarán ante el municipio de Jalpan una vez obtenidos los permisos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales e impacto ambiental ya que conforme a los requisitos para la urbanización, señalados en el Código Urbano, previamente se debe contar con dichas autorizaciones en materia Federal.

El monto estimado de inversión total del proyecto es de 106,119,253 MDP (aproximadamente), conforme a la distribución que se muestra en la tabla siguiente:

*Tabla 6 Inversión total del proyecto*

| Etapa | Concepto | Monto ($) |
|---|---|---|
| **Preliminares** | Trabajos topográficos y proyecto ejecutivo | 106,754.00 |
| | Trámites y permisos previos | 775,499.00 |
| **Preparación del sitio** | Limpieza del terreno (CUSTF), desmonte | 545,201.00 |
| | Trazo y despalme | 497,935.00 |
| **Construcción** | Corte y Acarreos en apertura de vialidades | 530,344.00 |
| | Nivelación y compactación de vialidades | 714,068.00 |
| | Infraestructura de servicios (drenaje sanitario) | 1,270,290.00 |
| | Infraestructura de servicios (agua potable) | 1,103,315.00 |
| | Electrificación | 1,200,000.00 |
| | Pavimentación de calles y banquetas | 4,072,070.00 |
| | Construcción progresiva de viviendas (78 unidades)[1] | 94,501,836.00 |
| | Acondicionamiento de áreas verdes | 384,795.00 |
| | **Mitigación y compensación de impactos.** | |
| | Reforestación y mantenimiento de áreas restauradas | 358,332.00 |
| | Manejo de vegetación (Rescate y reubicación) | 635,843.00 |
| | Obras de conservación de suelos y su mantenimiento | 88,620.00 |
| **Operación y mantenimiento** | Suministro de agua potable[2] | 1,642,500.00 |
| | Suministro de luz eléctrica[3] | 1,310,400.00 |
| | Descarga de aguas residuales[4] | 0.00 |
| | Manejo de residuos sólidos urbanos[5] | 226,800.00 |
| | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | 28,000.00 |
| | Mantenimiento de áreas verdes | 84,000.00 |
| | **Sub Total** | 110,076,602.00 |
| | **IVA** | 17,612,256.32 |

| | | |
|---|---|---|
| | **Total** | **127,688,858.32** |

**Nota:** [1]Base de cálculo índice SHF de precios de la vivienda en México cuarto trimestre 2025.
[2] Moto a pagar por los propietarios de los lotes en un periodo de 7 años.
[3] Monto a pagar por los propietarios en un periodo de 7 años.
[4] El costo de saneamiento está incluido en el servicio de agua potable.
[5]Recolección 52 semanas por año en un periodo de 7 años.

Al concluir la construcción de la infraestructura de servicios se hará la entrega de las calles y áreas verdes al Municipio de Jalpan de Serra, de conformidad con los Artículos 204 y 210 el Código Urbano del Estado de Querétaro (CU):

Concluida la ejecución de las obras de urbanización del fraccionamiento etapa, sección o fase, el desarrollador presentará a la autoridad competente, solicitud de entrega de éstas. A partir de la fecha de entrega, **la autoridad municipal se hará cargo de la operación de las obras y servicios del fraccionamiento, así como de la prestación de los servicios de vigilancia, limpia y mantenimiento de áreas verdes, en su caso**.

Por lo tanto, en la etapa de operación y mantenimiento será el municipio y los organismos operadores los encargados de llevar a cabo las conexiones correspondientes, desde las líneas principales (construidas por el fraccionador); previo contrato de servicios de cada dueño de un lote, para el suministro de agua y la descarga de aguas residuales al colector sanitario; la conexión y el suministro de energía eléctrica será atendido por la CFE; como lo establecen sus respectivos instrumentos normativos. En este sentido, no se estima el ejercicio de recursos económicos futuros a cargo del promovente por la operación y mantenimiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las siguientes razones:

**Los contratos de la CEA para el suministro de agua y descarga de drenaje** varían dependiendo de la zona y tipo de servicio. De acuerdo con las modificaciones al código urbano, la CEA se asegurará que desde el proyecto ejecutivo la infraestructura no esté mancomunada y pueda permitir la individualización de cada unidad. **El Costo es variable, por concepto de contrato, medidor, materiales e instalación para conexión, materiales y mano de obra para la instalación de caja de medidor, suministro e instalación de medidores, instalación de descarga de agua residual, entre otros**, de conformidad con lo señalado en el Acuerdo de precios 2026 de la CEA: tomado del portal del organismo operador. Marco Jurídico - Comisión Estatal de Aguas Querétaro (ceaqueretaro.gob.mx). Todos los usuarios con clasificación Domestica alta, pagarán mensualmente una cuota base de ($257.54) más el importe que corresponda a su consumo (conforme a la tabla contenida en el acuerdo).

Con base en la normatividad, la operación de los servicios y el mantenimiento de la infraestructura serán responsabilidad de la CEA, toda vez que la infraestructura en funcionamiento debe entregarse al organismo operador. La operación consistirá en

el pago de cuotas por el servicio recibido y será cubierto por el dueño de cada vivienda una vez que se hayan realizado las conexiones correspondientes.

En el periodo de tiempo que transcurra mientras se lleve a cabo el procedimiento de entrega recepción de las obras de urbanización a las que se refiere el CU, se considerará la operación y mantenimiento de la infraestructura a cargo del fraccionador.

Tomando en cuenta el empleo de materiales nuevos y de calidad, en la construcción de la infraestructura de servicios y ejecutadas las obras conforme a las especificaciones técnicas de la CEA, se estima que el mantenimiento de la infraestructura no es una actividad que deba requerirse en los primeros años después de su puesta en marcha. En este sentido, el mantenimiento no se llevará a cabo con frecuencia y consistirá en la atención de fugas de agua que lleguen a presentarse; la limpieza de pozos de visita y tramos de tubería sanitaria. Durante la vigencia del proyecto no se contemplan daños a la infraestructura que demanden actividades de mantenimiento en el corto plazo y que deban ser atendidas a cargo al fraccionador.

Para el **suministro de energía eléctrica de la CFE** la contratación a cada vivienda no tiene costo, solo se debe realizar un depósito en garantía en el primer recibo. La cuota del servicio dependerá del tipo de conexión que se requiera, de la tarifa que se solicite y el consumo que se genere por cada vivienda. Los contratos serán de manera individual entre la CFE y cada propietario. La operación del suministro eléctrico consistirá en el energizado de la línea, el cobro por parte de la CFE a cada dueño de la vivienda. El usuario realizará el pago bimestral a la dependencia, por la prestación del servicio conforme al consumo registrado en el medidor. En este sentido, el mantenimiento de la red de distribución eléctrica será ejercido con recursos propios de la CFE; y consistirá en la poda de arbolado que obstruya el cableado y las reparaciones a que haya lugar en caso de cortes de energía.
Ambos organismos operadores (CEA y CFE) llevarán a cabo el mantenimiento sin costo al fraccionador o a los usuarios, toda vez que la cuota en los recibos de servicio incluye las actividades de mantenimiento.

Respecto a los **costos de construcción, operación y mantenimiento de las viviendas**, al tratarse el proyecto de subdivisión en lotes para su venta, y no de un desarrollo habitacional, tampoco se ejercerán recursos por parte del fraccionador, para la edificación de las viviendas.

Las viviendas solo podrán construirse en los lotes con frente a la vialidad o andador donde se hayan concluido las obras de infraestructura de servicios, se encuentren en funcionamiento; y cuenten con previa Licencia de construcción otorgada por el municipio, como lo establece el Reglamento de construcción. En este sentido, las viviendas serán edificadas de manera individual por los propietarios cuando estos cuenten con los recursos necesarios para hacerlo, empleando los materiales y

diseños de su preferencia siempre que sean autorizados por la Subdirección de Desarrollo Urbano respetando los coeficientes señalados en la normatividad.

Los propietarios de predios y edificaciones, tienen la obligación de mantenerlos en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, y de evitar que se conviertan en molestias o peligros para las personas o los bienes. Los predios deberán conservarse libres de escombro o basura, drenados adecuadamente y cercados en todas sus colindancias (Art. 217 RGCEQ[5]). Por lo tanto, el mantenimiento de las viviendas también será atribución de sus propietarios con la periodicidad que consideren necesario; o les sea solicitado por parte de la autoridad municipal, como la limpieza de predios sin construcción “baldíos”.

Durante la etapa de construcción se prevé la recolección de los residuos generados por la construcción de infraestructura y viviendas; y durante la operación la recolección de residuos generados en las viviendas y en las actividades de mantenimiento. Estas actividades serán coordinadas por el promovente y los generadores (cada propietario), para que se lleve a cabo el adecuado manejo de los residuos derivados de la construcción, evitando su disposición en sitios no permitidos.

Cabe señalar que también durante la operación, es atribución del municipio llevar a cabo los servicios de recolección de residuos urbanos (basura), el cambio de luminarias en las calles, conforme a su presupuesto y programa de trabajo. Además, sus reglamentos establecen compromisos a los habitantes del municipio para la separación y entrega de residuos sólidos urbanos al servicio de limpia municipal y la organización entre colonos para mantener el orden y la limpieza en las colonias. En este sentido, los costos de operación y mantenimiento serán variables, asumidos por la CEA, CFE y Municipio, a través del cobro de cuotas y la prestación de los servicios, contando con la participación de los habitantes del fraccionamiento.

La inversión del proyecto se presenta con base en estimaciones de costos promedio de las actividades a desarrollar durante las etapas de operación y mantenimiento y montos promedio de consumo de los servicios por vivienda (luz y agua). Aclarando que los costos de construcción de vivienda, contrato y consumo de servicios serán absorbidos por cada propietario.

Se consideran los costos de **construcción de 78 viviendas**, con un monto promedio de $1,862,524.00 con base en el índice SHF de precios de la vivienda en México segundo trimestre 2025 para una vivienda tipo medio. Se presentan los montos a generar por la totalidad de las viviendas que conformarán el fraccionamiento, sin embargo no son inversiones a carfo del promovente.

Por tratarse de un proyecto particular, no se contemplan apoyos financieros de carácter municipal o estatal y únicamente inversión privada del promovente para las

[5] Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro

actividades que conforme a los requisitos municipales le corresponde realizar por la obtención de la Licencia de subdivisión y por el mantenimiento hasta la entrega rececpción del fraccionamiento.

La inversión a cargo del fraccionador consistirá en la ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales (desmonte); la apertura de calles; la construcción de infraestructura para los servicios públicos urbanos (agua, luz, drenaje sanitario), la pavimentación de calles y banquetas, la ejecución de las medidas de mitigación y compensación, los pagos correspondientes a los operadores para conectar los servicios a la infraestructura municipal. Esta inversión está estimada a realizarse en los primeros 3 años de la vigencia del proyecto.

En relación a los costos de operación y mantenimiento la inversión se estima ejercer en un plazo de 7 años aprox., considerando como el mejor escenario para concluir la construcción total de las viviendas; iniciando a partir del tercer año, cuando se hayan proveído los servicios de agua potable, drenaje sanitario y luz eléctrica. Solo algunos gastos en la etapa de operación serán cubiertos por el fraccionador como la gestión de residuos, el mantenimiento de vialidades y áreas verdes, en tanto el municipio lleve a cabo sus atribuciones.

Con lo antes expuesto los costos atribuibles al fraccionador en el plazo de vigencia del proyecto, (10 años) se estiman en lo siguiente:

*Tabla 7 Costos del proyecto a ejercer por el fraccionador por etapa, en el periodo de 10 años.*

| Etapa | Concepto | Monto ($) |
|---|---|---|
| **Preliminares** | Trabajos topográficos y proyecto ejecutivo | 106,754.00 |
| | Trámites y permisos previos | 775,499.00 |
| **Preparación del sitio** | Limpieza del terreno (CUSTF), desmonte | 545,201.00 |
| | Trazo y despalme | 497,935.00 |
| **Construcción** | Corte y Acarreos en apertura de vialidades | 530,344.00 |
| | Nivelación y compactación de vialidades | 714,068.00 |
| | Infraestructura de servicios (drenaje sanitario) | 1,270,290.00 |
| | Infraestructura de servicios (agua potable) | 1,103,315.00 |
| | Electrificación | 1,200,000.00 |
| | Pavimentación de calles y banquetas | 4,072,070.00 |
| | Acondicionamiento de áreas verdes | 384,795.00 |
| | **Mitigación y compensación de impactos** | |
| | Reforestación y mantenimiento de áreas restauradas | 358,332.00 |
| | Manejo de vegetación (Rescate y reubicación) | 635,843.00 |
| | Obras de conservación de suelos y su mantenimiento | 88,620.00 |
| **Operación y mantenimiento** | Manejo de residuos sólidos urbanos | 226,800.00 |
| | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | 28,000.00 |
| | Mantenimiento de áreas verdes | 84,000.00 |

| | | |
|---|---|---|
| | **Sub Total** | 12,621,866.00 |
| | **IVA** | 2,019,498.56 |
| | **Total** | **14,641,364.56** |

A continuación, se describe la forma como el proyecto podrá solventarse llevando a cabo las obras obligatorias y las medidas previstas, a cargo del fraccionador.

Una vez obtenido el visto bueno del Proyecto de lotificación y las Licencias de ejecución de obras de urbanización, emitidas por la autoridad Municipal, el proyecto dará inicio con la preparación del sitio y construcción (**remoción de vegetación forestal**, **la apertura de calles y subdivisión en 78 lotes**). Se continua con la **infraestructura para los servicios de agua potable, drenaje sanitario y luz eléctrica**; siendo estos alcances, conforme a los requerimientos señalados en el Reglamento Municipal y que son atribución del fraccionador en términos del art. 178 del Código Urbano del Estado de Querétaro.

Los gastos derivados de la preparación del sitio, apertura de calles e introducción de infraestructura de servicios, así como la aplicación de las medidas de mitigación, son obligaciones del fraccionador y los recursos necesarios se obtendrán de la venta de lotes.

El proyecto dará inicio con recursos propios y anticipados al fraccionador mediante contratos particulares de compraventa. Iniciando las actividades de desmonte en la superficie del proyecto (vialidades y manzanas); continuando con el trazo de lotes y la apertura de vialidades, ofertando los lotes de cada sección que se vayan liberando, para seguir con la construcción de infraestructura de servicios. Para ello, se solicitará la licencia de construcción de las obras de infraestructura de servicios, en tres anualidades, pretendiendo concluir el 100% de la infraestructura en un plazo de 3 años.

De conformidad con el CUEQ, el municipio puede emitir **Autorización provisional para la venta de lotes**, garantizándole mediante fianza por el valor total de las obras de urbanización que falten por ejecutar. De este modo se captarán recursos económicos para continuar con las obras programadas y sus respectivas medidas de mitigación en los años subsecuentes.

A continuación, se presenta un resumen del flujo de recursos financieros del proyecto.

| Resumen financiero | | GASTOS DE CONSTRUCCIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **COSTOS DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN** | | **Primera sección** | | **Segunda sección** | | **Tercera sección** | |
| **Obra o actividad** | Costo | % de realización | Monto | % de realización | Monto | % de realización | Monto |
| Trabajos topográficos y proyecto ejecutivo | $ 106,754.00 | 100 | $ 106,754 | | | | |
| Trámites y permisos previos | $ 775,499.00 | 100 | $ 775,499 | | | | |
| Limpieza del terreno (CUSTF), desmonte | $ 545,201.00 | 100 | $ 545,201 | | | | |
| Trazo y despalme | $ 497,935.00 | 100 | $ 497,935 | | | | |
| Corte y Acarreos en apertura de vialidades | $ 530,344.00 | 40 | $ 212,138 | 40 | $ 212,138 | 20 | $ 106,069 |
| Nivelación y compactación de vialidades | $ 714,068.00 | 40 | $ 285,627 | 30 | $ 214,220 | 30 | $ 214,220 |
| Infraestructura de servicios (drenaje sanitario) | $ 1,270,290.00 | 40 | $ 508,116 | 30 | $ 381,087 | 30 | $ 381,087 |
| Infraestructura de servicios (agua potable) | $ 1,103,315.00 | 40 | $ 441,326 | 30 | $ 330,995 | 30 | $ 330,995 |
| Electrificación | $ 1,200,000.00 | 40 | $ 480,000 | 30 | $ 360,000 | 30 | $ 360,000 |
| Pavimentación de calles y banquetas | $ 4,072,070.00 | | | 20 | $ 814,414 | 80 | $ 3,257,656 |
| Acondicionamiento de áreas verdes | $ 384,795.00 | | $ - | | $ - | 100 | $ 384,795 |
| **Mitigación y compensación de impactos.** | | | | | | | |
| Reforestación y mantenimiento de áreas restauradas | $ 358,332.00 | 100 | $ 358,332 | | | | |
| Manejo de vegetación (Rescate y reubicación) | $ 635,843.00 | 100 | $ 635,843 | | | | |
| Obras de conservación de suelos y su mantenimiento | $ 88,620.00 | 100 | $ 88,620 | | $ - | | |
| Subtotal | $ 12,283,066.00 | | $ 4,935,391 | | $ 2,312,854 | | $ 5,034,822 |
| IVA | $ 1,965,290.56 | | $ 789,663 | | $ 370,057 | | $ 805,571 |
| Total invertido | $ 14,248,356.56 | | $ 5,725,053 | | $ 2,682,910 | | $ 5,840,393 |

| | Costo unitario | **No de lotes** | Ingreso | **No de lotes** | Ingreso | **No de lotes** | Ingreso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Venta de lotes | $ 400,000 | **30** | $ 12,000,000 | **30** | $ 12,000,000 | **18** | $ 7,200,000 |
| Saldo inicial | | | $ - | | $ 6,274,947 | | $ 15,592,037 |
| Inversión | | | $ 5,725,053.33 | | $ 2,682,910 | | $ 5,840,393 |
| Saldo final | | | $ 6,274,946.67 | | $ 15,592,037 | | $ 16,951,643 |

| **COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO (en 7 años)** | |
|---|---|
| **Obra o actividad** | Costo |
| Suministro de agua potable | $ - |
| Tratamiento de aguas residuales | $ - |
| Suministro de energía electrica | $ - |
| Manejo de residuos sólidos urbanos5 | $ 226,800 |
| Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | $ 28,000 |
| Mantenimiento de áreas verdes | $ 84,000 |
| Subtotal | $ 338,800.00 |
| IVA | $ 54,208.00 |
| **Total** | **$ 393,008.00** |

Los gastos de construcción de las viviendas son atribución de cada propietario; no son financiados por el fraccionador
Los gastos para el manejo de residuos de construcción de viviendas serán cubiertos por cada propietario
Los costos de conexión y gastos de consumo los servicios a cada vivienda serán cubiertos por los propietarios
Los costos de recolección de residuos y mantenimiento de áreas verdes serán atribución del municipio o cubiertos por cuotas organizadas por la agrupación de colonos.
Los costos de mantenimiento de la infraestructura de servicios serán cubiertas por los organismos operadores, tras la entrega rececpción; no se consideran reparaciones antes de ese periodo

**Nota:** Los costos del total de las medidas de mitigación, propuestas en la MIA, quedan comprendidas en el monto señalado en la tabla a ejecutarse en el perido de construcción, las medidas como el control de residuos sanitarios, solidos y las medidas preventivas estan comprendidas en los costos unitarios de las obras.

**Los gastos por la construcción de las viviendas no son asumidos por el promovente;** por ello, la inversión a cargo del fraccionador no asciende a montos elevados de los que no se pueda disponer en el tiempo previsto para la realización del proyecto.

Se estima cubrir los montos de operación y mantenimiento hasta la fecha de entrega de la infraestructura, a partir de ese momento es atribución de la autoridad municipal las obras y servicios del fraccionamiento, así como de la prestación de los servicios de vigilancia, limpia y mantenimiento de áreas verdes. Los organismos operadores de los servicios de agua potable y energía eléctrica, coadyuvarán con el municipio haciéndose cargo de la operación de los mismos como lo establece el CUEQ y la normatividad municipal.

En resumen, las actividades y medidas de mitigación que implican inversiones por parte del fraccionador se llevarán a cabo mayormente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Cabe mencionar que en la operación y mantenimiento una vez realizada la entrega de la infraestructura ya se invierten recursos municipales y por parte de los dueños de las viviendas, contratando el suministro de los servicios directamente con los organismos operadores mediante cuotas; y la organización de colonos en jornadas de trabajo para la limpieza y mejoras a las áreas al interior del fraccionamiento, o bien para solicitarlas a la autoridad municipal.

Con lo antes expuesto, **se asegura** que **el proyecto podrá solventarse con los recursos económicos obtenidos por la venta de los lotes**, contemplando en los costos, la atención de las medidas de mitigación y compensación ambiental de los impactos generados en las etapas del proyecto. Es poco probable que las obras de infraestructura de servicios realizadas presenten desperfectos y demanden la aplicación de recursos económicos por concepto de mantenimiento en la vigencia establecida (10 años) debido a que se realizan con materiales nuevos y conforme a los requerimientos técnicos.

### I.6.3. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

*Tabla 8 Duración del proyecto conforme al PGT*

| **Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo)** | |
|---|---|
| **Etapa** | **Duración en años, meses o semanas** |
| **Preparación del sitio y construcción** | 9 años y 9 meses |
| **Operación y/o mantenimiento** | 7 años |
| **Cierre y abandono de sitio[3]** | La vida útil del proyecto se estima en un periodo de tiempo permanente (a perpetuidad) en el que no se contempla una etapa de desmantelamiento y abandono definitivo debido a que constituirá el patrimonio de sus habitantes. Al contrario, se prevé que durante la vida útil los propietarios lleven a cabo el mantenimiento de sus viviendas y la autoridad municipal y organismos operadores el mantenimiento de los servicios públicos conforme a sus atribuciones. |

Posterior a la aprobación y autorización en materia de Impacto Ambiental, se efectúan los trámites administrativos respectivos para la obtención de las licencias de subdivisión y construcción de infraestructura, ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, de conformidad con en el Reglamento de Construcción del Municipio de Jalpan.

El plazo para **obtener la licencia de subdivisión y/o construcción** es de **15 días**, de acuerdo con el portal del Municipio de Jalpan de Serra Querétaro.

*Tabla 9 Trámites Municipales, previos a la subdivisión y construcción*

| **Trámite** | **Tiempo de Respuesta** | **Vigencia** |
|---|---|---|
| Licencia de división/fusión | 15 días hábiles | Un año |
| Licencia de construcción | 15 días hábiles | Un año |

Fuente: https://jalpan.gob.mx/cmmer/rmts.html?codigo=TR-MJS-DDUOP-002

El trámite para obtener la **licencia de subdivisión** se realizará durante el periodo en que se lleve a cabo la presentación de las condicionantes previas establecidas en el resolutivo en materia de impacto ambiental. Durante el desarrollo del CUSTF se llevarán a cabo los trámites necesarios para obtener la **licencia de construcción** de la infraestructura de servicios (calles, drenaje sanitario, agua potable y luz eléctrica), contemplándose realizar en tres etapas (tres años) señaladas en el PGT. Por su parte, los propietarios de cada lote solicitarán al municipio la **licencia de construcción de vivienda** antes de iniciar con la edificación de cada vivienda, conforme al Reglamento de construcción y PDUCPJS (estamo a realizarse a partir del 3er año aunque puede inciarse en el año 2 recordando que no podrá habitarse hasta que los servicios se encuentren funcionando.

Al haber concluido los trámites previos necesarios del fraccionador, darán inicio las actividades de construcción del proyecto conforme al Plan General de Trabajo (Diagrama de Gantt) desglosado por etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), señalando los años que llevará la ejecución de cada una de las actividades pretendidas.

**Se presenta el PGT** por trimestres, **indicando en el 3er trimestre (en color azul) el periodo de lluvias** con la finalidad de identificar que durante este periodo serán observadas cuidadosamente las actividades que se estén llevando a cabo; aclarando que se suspenderá el empleo de maquinaria y movimiento de tierras durante los días de lluvia; pudiendo reanudarlas en los días sin lluvia, siempre que la humedad del sitio permita continuar con aquellas actividades que no fomenten la erosión del suelo. Se considera antes de la temporada de lluvias no dejar expuestos materiales que entren en contacto con escurrimientos y que puedan ser erosionados. Durante la construcción progresiva de viviendas, una vez que estas cuentan con los techos los acabados en su interior pueden llevarse a cabo durante todo el año no siendo necesario suspenderlas en el periodo de lluvias.

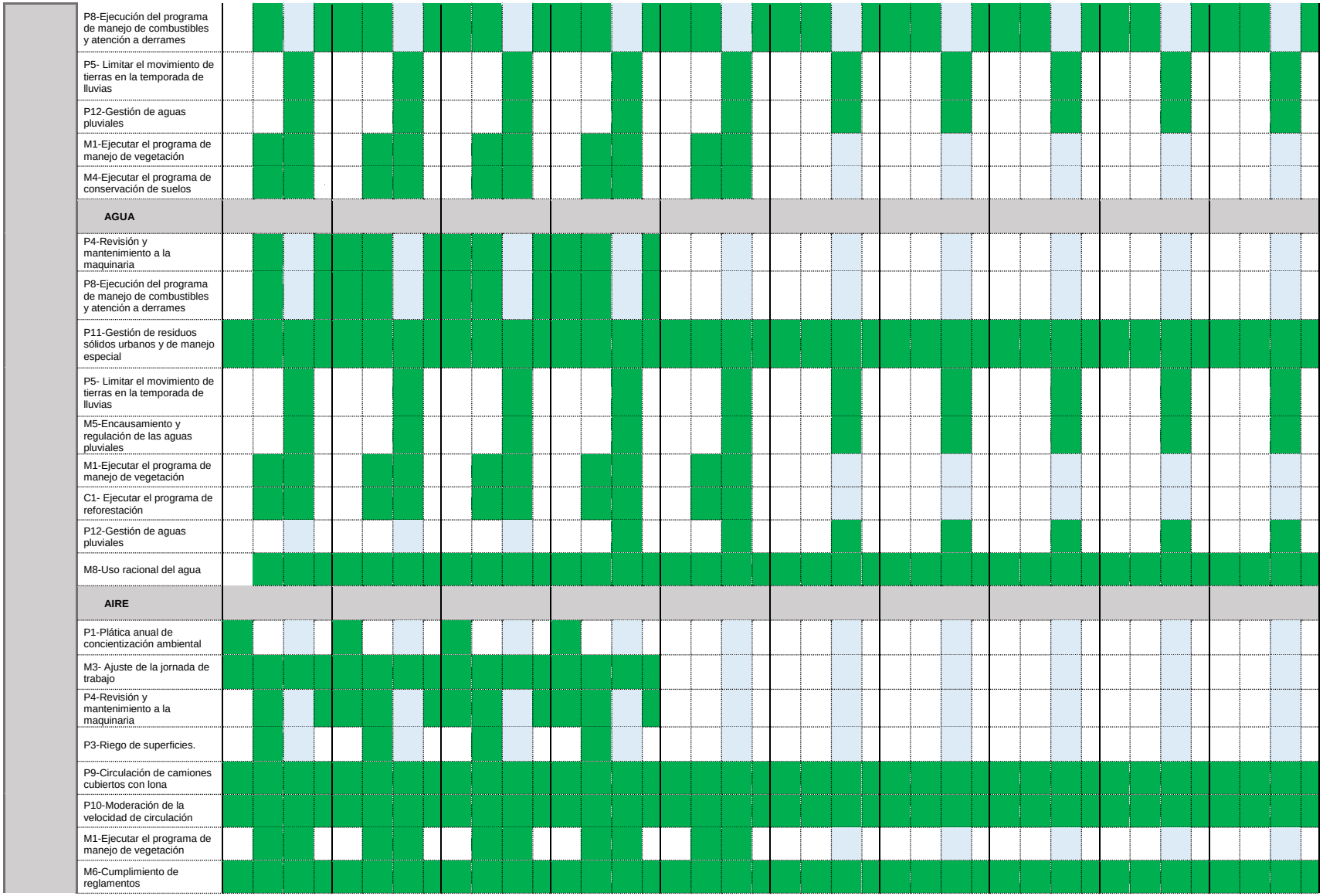
Considerando la alta inversión que se requiere para la provisión de los servicios de agua luz y drenaje, esta se programó a realizarse en tres años, esperando una recuperación con la venta paulatina de lotes. Posterior a la introducción de los servicios se estará en condiciones de que inicie la construcción de viviendas. Estas serán realizadas por parte de los propietarios de los lotes y podrían estar iniciando junto con la etapa de operación de los servicios.

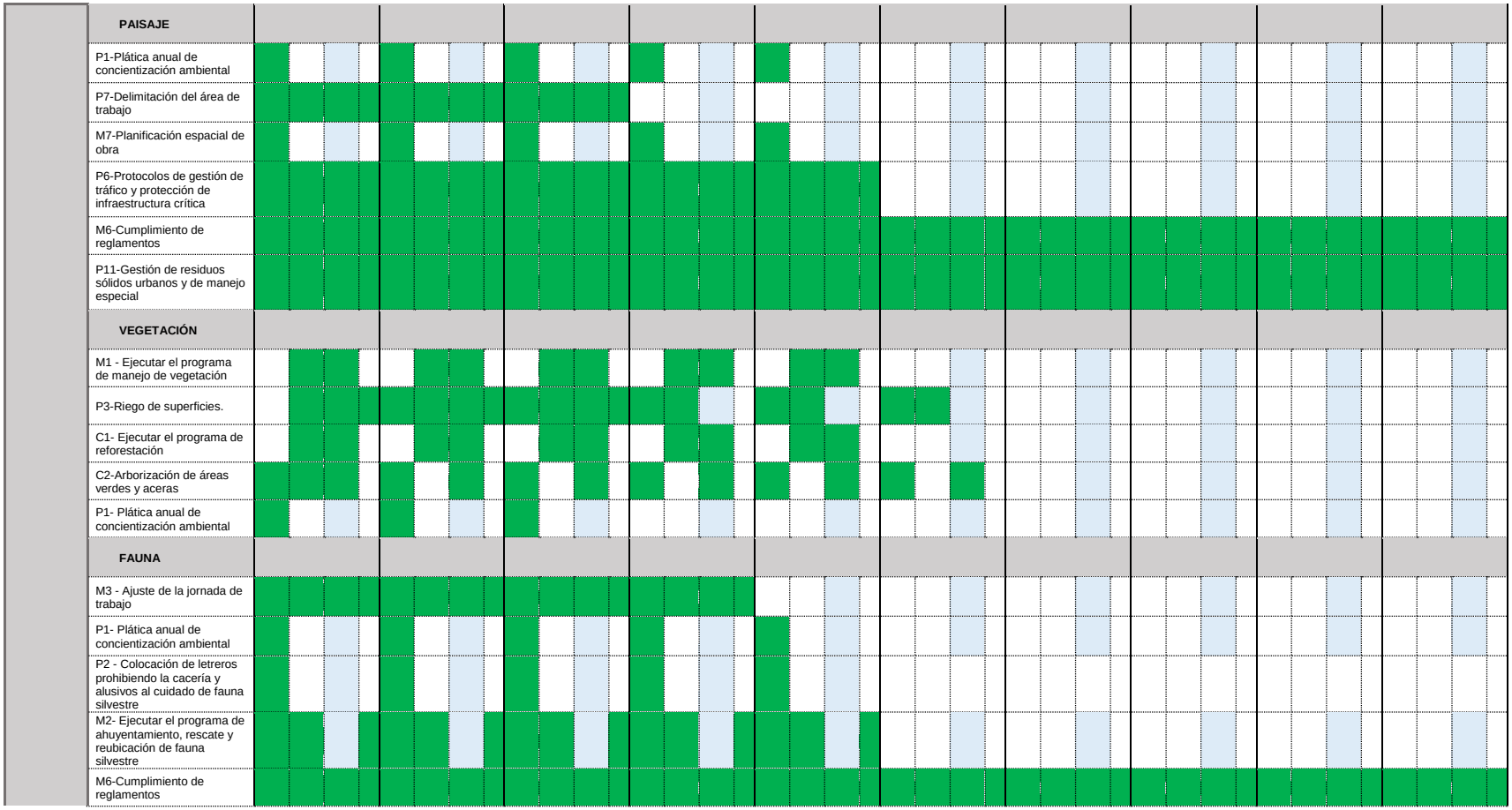
La programación es anual, con un periodo estimado de 10 años; para la conclusión de las obras de urbanización (3 años) y la construcción de viviendas (7 años), quedando comprendido el seguimiento de los programas de reforestación, manejo de vegetación y conservación de suelos; así como la operación y mantenimiento del fraccionamiento desde la conexión de los servicios. Los programas respectivos cuentan con su propio calendario de realización detallado en el documento correspondiente (anexos a la MIA-P).

Como se observa en el PGT el periodo para ejecutar **el CUSTF** es de 5 años, realizandolo primeramente en las vialidades para poder realizar la introducción de infraestructura (primeros 3 años); y a fin de prevenir la erosión en las manzanas destinadas a vivienda, se irá desmontando la supercicie conforme se vayan ocupando; estimando concluirlo en el periodo de 5 años. Por lo tanto, la introducción de la infraestructura es congruente con la ejecución del CUSTF.

*Tabla 10 Programa General de Trabajo (Calendarización de las actividades del proyecto)*

| Etapa del proyecto | Actividad | Año / Trimestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | 8 | | | | 9 | | | | 10 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ACTIVIDADES PRELIMINARES | Obtención de licencias y permisos previos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMITES ADMINISTRATIVOS | Entrega - recepción del fraccionamiento al municipio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREPARACIÓN DEL SITIO | Limpieza del terreno (CUSTF), desmonte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Trazo y Despalme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONSTRUCCIÓN | Corte y acarreo en apertura de vialidades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Relleno y compactación de vialidades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Red de drenaje sanitario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Red de agua potable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Electrificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pavimentación de calles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Acondicionamiento de áreas verdes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Construcción progresiva de viviendas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | Circulación vehicular y peatonal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Consumo de electricidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Consumo de agua potable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Descarga de aguas residuales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Generación de residuos sólidos urbanos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS | SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P7-Delimitación del área de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


P8-Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames
P5- Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias
P12-Gestión de aguas pluviales
M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación
M4-Ejecutar el programa de conservación de suelos
AGUA
P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria
P8-Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames
P11-Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
P5- Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias
M5-Encausamiento y regulación de las aguas pluviales
M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación
C1- Ejecutar el programa de reforestación
P12-Gestión de aguas pluviales
M8-Uso racional del agua
AIRE
P1-Plática anual de concientización ambiental
M3- Ajuste de la jornada de trabajo
P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria
P3-Riego de superficies.
P9-Circulación de camiones cubiertos con lona
P10-Moderación de la velocidad de circulación
M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación
M6-Cumplimiento de reglamentos


PAISAJE
P1-Plática anual de concientización ambiental
P7-Delimitación del área de trabajo
M7-Planificación espacial de obra
P6-Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica
M6-Cumplimiento de reglamentos
P11-Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
VEGETACIÓN
M1 - Ejecutar el programa de manejo de vegetación
P3-Riego de superficies.
C1- Ejecutar el programa de reforestación
C2-Arborización de áreas verdes y aceras
P1- Plática anual de concientización ambiental
FAUNA
M3 - Ajuste de la jornada de trabajo
P1- Plática anual de concientización ambiental
P2 - Colocación de letreros prohibiendo la cacería y alusivos al cuidado de fauna silvestre
M2- Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
M6-Cumplimiento de reglamentos

La apertura de vialidades se llevará a cabo en el primer año; previendo que permita la introducción de maquinaria y vehículos para realizar el rescate de vegetación durante la ejecución del CUSTF en las áreas amanzanadas. En los próximos dos años se continuará la conformación de las vialidades hasta obtener las dimensiones y niveles establecidos por el proyecto.

La construcción de la infraestructura de servicios y pavimentación de calles a cargo del fraccionador se pretenden realizar en un plazo de tres años, contando con tres licencias (una por año), para atender (por secciones), como comúnmente se realiza (frentes de trabajo). Se obtendrán los permisos provisionales para la venta de lotes que permitan capitalizar el proyecto, como se ha descrito en la justificación financiera del proyecto.

Durante la construcción de la red de agua y drenaje, podrán presentarse avances considerables en su ejecución, aun suspendiendo las actividades ante la presencia de lluvias torrenciales para evitar impactos adversos.

Posterior a la introducción de los servicios se estará en condiciones de que inicie la construcción de viviendas. Estas serán realizadas por parte de los propietarios de los lotes, obteniendo las licencias de construcción previamente; y serán habitadas hasta que se encuentren en operación los servicios básicos (agua, drenaje sanitario y luz eléctrica) a los que se conectarán las viviendas.

Las medidas de prevención y mitigación se llevarán a cabo desde el inicio de actividades, previniendo los impactos en las etapas de preparación del sitio y construcción. Además, los programas de manejo de vegetación, rescate y reubicaicón de fauna, reforestación y conservación de suelos se ejecutarán conforme a su respectiva calendarización individual.

Durante la vigencia del proyecto, posterior a la conclusión de las obras de servicios es poco probable que se requiera el mantenimiento a la infraestructura, ya que se construye con materiales nuevos, conforme a los lineamientos de los organismos operadores y bajo su supervisión para la aceptación de las obras; sin embargo, se programan todas las actividades relacionadas a esta etapa, conforme se vayan construyendo y ocupando las viviendas; y por lo tanto, entren en la etapa de operación y mantenimiento.

Se calendariza la operación y mantenimiento por un periodo de 7 años posteriores a la construcción de la infraestructura de servicios, tiempo estimado para haber concluido la entrega - recepción del fraccionamiento al Municipio y la construcción de viviendas.

La operación y mantenimiento consistirá en la vigilancia y supervisión de los impactos generados por las actividades relacionadas con la construcción y ocupación de las viviendas (uso de la infraestructura de servicios y generación de

residuos) así como el tránsito vehicular y peatonal dentro del fraccionamiento y el mantenimiento que pudiera demandar la infraestructura, hasta la ocupación del 100% de los lotes.

**Al concluir la construcción de la infraestructura de servicios** se hará la entrega de las calles y áreas verdes al Municipio de Jalpan de Serra, de conformidad con los Artículos 204 y 210 el Código Urbano del Estado de Querétaro (CUEQ), que se cita a continuación:

*Concluida la ejecución de las obras de urbanización del fraccionamiento etapa, sección o fase, el desarrollador presentará a la autoridad competente, solicitud de entrega de éstas.*

La entrega al Municipio de las obras de urbanización podrá realizarse por etapas debidamente urbanizadas. (art. 186 del CUEQ). Se plantea realizar las obras de servicios en tres etapas y entregarse al concluir cada una o bien a partir del año 3, concluida la introducción total de la infraestructura de servicios, se realizarán las gestiones señaladas en el Código Urbano del Estado de Querétaro. Una vez que sean inspeccionadas las obras, **en un plazo máximo de dos años el desarrollador deberá hacer la entrega formal del fraccionamiento al Municipio**. Durante dicho trámite se podrá estar llevando a cabo la construcción de viviendas por lo que el periodo de entrega recepción quedó comprendido en el Programa General de Trabajo.

*A partir de la fecha de entrega,* ***la autoridad municipal se hará cargo de la operación de las obras y servicios del fraccionamiento, así como de la prestación de los servicios de vigilancia, limpia y mantenimiento de áreas verdes, en su caso****.*

Las actividades en la etapa de operación y mantenimiento será responsabilidad del fraccionador, hasta la entrega de los servicios al municipio, en ese momento deberá estar constituido el comité de colonos para mantener el orden, la limpieza y seguridad al interior del fraccionamiento, quienes estarán en coordinación con la autoridad municipal para su atención y colaboración.

El suministro de agua potable, luz eléctrica y el tratamiento de las aguas residuales sanitarias será cubierto por los organismos operadores desde el momento en que se lleve a cabo el contrato de conexión.

La regulación y vigilancia de las actividades de operación y mantenimiento del proyecto por el tiempo de vida útil (estimado en más de 100 años), serán atribuciones del municipio una vez que se lleve a cabo la entrega recepción del

fraccionamiento o etapas de él, como lo establece el Código Urbano del Estado de Querétaro y el Reglamento de Construcción del Municipio de Jalpan.

*Tabla 11 Resumen de características del área de estudio*

| TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|
| **Concepto** | | **Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)4** | **Operación (cantidad y unidades)4** |
| **Consumo de energía eléctrica** | | | |
| **Consumo de agua** | | | |
| **Emisiones de gases de efecto invernadero** | | 4.75 tn CO2 | 22.3843 tn CO2 |
| **Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)** | | | |
| **Generación de residuos** | **Peligrosos** | 0.02 tn | 0.322 tn |
| | **Manejo especial** | 610.26 tn | |
| | **Sólidos urbbanos** | 1.27 tn/año | 58.46 tn |
| **Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84** | | 5 $m^3$ | 543.61 $m^3$ |
| **Enlaces a documentos anexos**<br><br>Emisión de contaminantes | | | |

### I.6.4. DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto se localiza dentro de los límites urbanos del PDUCPJS, los vértices se indican en la Tabla 1. La poligonal cubre un total de **29,258.8643 $m^2$** ( aprox. 2.9258 ha). Se anexa plano de levantamiento topográfico con la lotificación.

El 93.36% de la superficie propuesta se encuentra cubierta por vegetación forestal (2.7316 ha); la cual se encuentra en evaluación bajo el número de bItácora: 22/DS-0091/02/26 para llevar a cabo el Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

Para llevar a cabo la división y descripción de superficies del proyecto es necesario hacer las siguientes precisiones:

El desarrollo inmobiliario bajo la **modalidad de fraccionamiento**, estará compuesto de la superficie vendible y de las calles que conformarán las vías públicas, así como la transmisión a título gratuito de la superficie para equipamiento urbano y cualquier otra condicionante que lo restrinja o limite. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15).

La distribución de la superficie que conforma la transmisión para equipamiento urbano, deberá atender a la clasificación del desarrollo inmobiliario que corresponda, conforme a lo previsto en el CUEQ. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15)

En el caso de fraccionamientos, además deberá transmitir gratuitamente la propiedad de la superficie que conformará la vialidad pública. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15).

En aquellos desarrollos con **densidades de doscientos** o trescientos noventa y nueve **habitantes por hectárea**, el área que conforma el equipamiento urbano se distribuirá de la siguiente forma:

- El **cuatro por ciento** para área verde, que deberá estar concentrada dentro del desarrollo y contar con el mobiliario urbano adecuado.
- El **uno por ciento** para plazas o espacios públicos, dentro del desarrollo y contar con el mobiliario urbano adecuado.
- El **cinco por ciento** para cualquier otro tipo de equipamiento urbano, el cual podrá transmitirse en un predio distinto al que se va a desarrollar.

Por mobiliario urbano se entiende el conjunto de objetos y piezas instalados en los edificios y espacios públicos que conforman el equipamiento urbano y la vía pública, entre los que se encuentran las mesas, bancas, cestos de basura, juegos infantiles, cabinas telefónicas y paradas de autobús. (Ref. P. O. No. 38, 11-V-18).

Se entiende por infraestructura urbana las redes por las que se comunican personas y bienes, entre las que se encuentran las **viales**, hidráulicas, sanitarias, pluviales; eléctricas y de voz y datos.

Las obras de urbanización deberán contener áreas para el adecuado desplazamiento de peatones, en los que, en tratándose de vialidades primarias, se contemplen banquetas que tengan por lo menos 1.80 metros de ancho libres de cualquier obstáculo; **en las demás vialidades, las banquetas deberán tener por lo menos 1.20 metros de ancho libres de cualquier obstáculo**; también deberán contemplar rampas para personas con discapacidad e infraestructura ciclista. (Adición P. O. No. 38, 11-V-18)

Las superficies del proyecto consisten en:

**Vialidades**. – Las vialidades públicas son los elementos que conforman la red de transporte por la cual se desplazan de manera libre y autónoma las personas permitiendo el acceso a la vivienda, instalaciones, equipamiento y otros espacios construidos, así como el enlace e integración del desarrollo inmobiliario con la ciudad. Dichos elementos forman un espacio común para múltiples usuarios, entre ellos el peatón, el ciclista, el transporte colectivo y los vehículos particulares. El arroyo y dimensiones de la vialidad serán determinados según la carga vehicular o

el desarrollo potencial de la zona, asegurando una estructura vial que permita el traslado de personas y bienes utilizando diferentes medios de transporte. La autoridad competente determinará los elementos y características de cada una; también determinará la colocación de árboles, señalamientos y mobiliario urbano así como las dimensiones mínimas; de acuerdo a la siguiente clasificación:

- **Vialidades primarias**. Son los ejes de mayor jerarquía donde se ubican los principales equipamientos y donde confluyen las demás calles. Éstas condicionan la conectividad del desarrollo inmobiliario con la ciudad existente;
- 
- **Vialidades secundarias**. Son vías de comunicación colectoras de mediana jerarquía que dan acceso a diversos usos y equipamientos que establecen la liga entre calles locales y vialidades primarias;

- **Vialidades locales**. Proporcionan el acceso directo a los lotes, a los espacios públicos vecinales y andadores o calles con retorno; y

- **Andadores o calles con retorno**. Son vías de acceso a la vivienda con muy bajo flujo vehicular donde la circulación peatonal y en bicicleta es prioritaria. Deberá contar con elementos de diseño que garanticen la circulación de vehículos a baja velocidad, permitiendo el acceso de los servicios de emergencia y el paso a otro vehículo al mismo tiempo.

El fraccionamiento contará con: 613 metros lineales de vialidades locales (calles). Las coordenadas se indican en tablas subsecuentes.

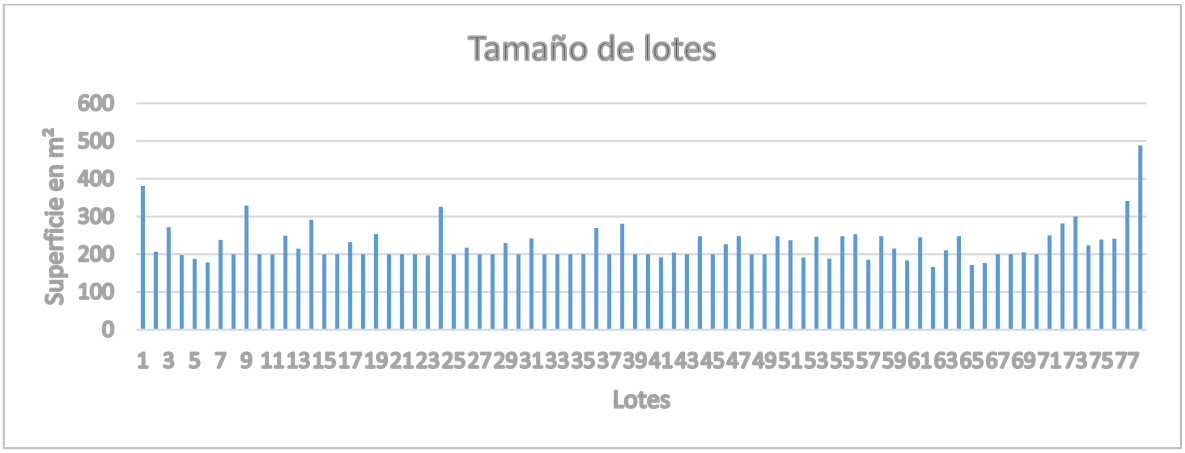
**Manzanas (habitacional)**: Independientemente de la composición, la manzana simboliza el elemento mínimo de la escala del fraccionamiento y juega un papel importante en la mediación de lo público y lo privado. La subdivisión del predio consta de 9 manzanas dando una superficie total de **17775.8125m$^2$**. Las coordenadas que conforman cada una de las manzanas, se muestran en tablas subsecuentes de este apartado.

El proyecto consiste en la **subdivisión del predio en 78 lotes** para su venta, **destinados a la construcción de 78 viviendas unifamiliares residenciales**, de forma progresiva a cuenta y gusto de los propietarios de cada lote. Los lotes tipo, resultantes de la subdivisión tienen una superficie promedio de 200 m$^2$

El lote con la menor superficie es de 166.21 m$^2$
El lote con mayor superficie es de 489.30 m$^2$

En el gráfico siguiente se observa que la gran mayoría son lote tipo (200 m$^2$); solo 13 lotes tienen una superficie superior a 250 m$^2$, sin embargo se trata de un uso habitacional residencial; es decir, su clasificación esta en función del tamaño de

construcción en $m^2$ y no de la superficie del lote, esto permite que los lotes mas grandes puedan contar con mayor superficie de absorción (area de jardín)**.**




En relación al tamaño de los lotes y el tipo de fraccionamiento se tiene lo siguiente:

La densidad de población de los desarrollos inmobiliarios estará a lo dispuesto en los PDU y corresponderá al Reglamento Municipal establecer la clasificación y sus características; y son entre otras las siguientes:

PARA REGULAR LA FUSIÓN O SUBDIVISIÓN DE PREDIOS: Lote Tipo, Lote Mínimo y Máximo; frente, fondo y superficie de los predios.

De conformidad con el art. 199 del Reglamento de Construcción del Municipio de Jalpan de Serra (P.O. 26/07/2013), las dimensiones mínimas de predios que autorice la Dirección para que pueda otorgarse Licencia de construcción en ellos, serán de noventa metros cuadrados de superficie y seis metros de frente.

Las normas y criterios para la construcción de la vivienda se rigen por el Código Urbano del Estado de Querétaro, el cual señala que los desarrollos inmobiliarios se clasifican, **por su uso y densidad de población** en:

**I.** Habitacional campestre
**II.** **Habitacional Residencial**
**III.** Habitacional Medio
**IV.** Habitacional Popular
**V.** Comerciales
**VI.** Industrial
**VII.** Mixto

Cabe aclarar que las normas para regular la fusión o subdivisión de predios (tamaño mínimo y máximo del lote), es distinta a los parámetros máximos de intensidad de uso del suelo (metros cuadrados de construcción). Estos últimos señalan que para

la **vivienda residencial** los metros cuadrados de construcción serán de 60 a 250m$^2$ (ver tabla siguiente), y para la vivienda campestre de más de 250 m$^2$ construidos por vivienda. En este sentido, **los 78 lotes serán ocupados con 78 viviendas "residenciales" (una vivienda por lote y la supercicie de construcción de cada una no será mayor a 250 m$^2$).**

| Género | Magnitud e intensidad de ocupación |
|---|---|
| **I. Habitación** | Metros Cuadrados Construidos |
| **1.1. Unifamiliar** | |
| **a.** Interés Social | 33 m2 mínimo para vivienda nueva progresiva popular. |
| **b.** Popular | 45 m2 mínimo para vivienda nueva terminada |
| **c.** Residencial | 60 a 99 m2. vivienda de interés medio.<br>100 a 250 m2 por vivienda. |
| **d.** Campestre | mas de 250 m2 por vivienda. |
| **e.** Rural | Todas aquellas ubicadas en los poblados, ranchos y localidades rurales. Las cuales deberán de contar con una construcción de 33.00 m2 como mínimo para vivienda nueva progresiva popular. |
| **f.** Urbana popular | Todas aquellas ubicadas en las zonas urbanas, semiurbanas y conurbadas. Las cuales deberán de contar con una construcción de 45.00 m2 mínimo para vivienda nueva terminada. |

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra.

De acuerdo al censo de población y vivienda [6] (2020), en la cabecera municipal de Jalpan de Serra el promedio es de 3.55 ocupantes por vivienda.

| Clave de entidad federativa | Nombre de la entidad | Clave de municipio o demarcación territorial | Nombre del municipio o demarcación territorial | Clave de localidad | Nombre de la localidad | Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | Querétaro | 009 | Jalpan de Serra | 0001 | Jalpan de Serra | 3.55 |

Fuente: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/consultas/index#

Para estimar la población del fraccionamiento se redondeó a 3.6 habitantes por vivienda.

78 lotes (78 viviendas) * 3.6 Hab. por vivienda = 280.8 habitantes

**Se espera una población estimada de 281 habitantes.**

*Tabla 12. Cantidad de lotes por manzana*

| Manzanas para vivienda | Superficie m2 | No de lotes |
|---|---|---|
| **1** | 2716.33 | 10 |
| **2** | 2320.13 | 10 |
| **3** | 1454.23 | 7 |
| **4** | 2563.83 | 12 |
| **5** | 2346.22 | 11 |
| **6** | 2085.75 | 10 |
| **7** | 1205.72 | 5 |
| **8** | 2351.81 | 9 |

[6] INEGI. (2020). *Principales resultados por localidad ITER 2020 : Censo de Población y Vivienda.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/consultas/index# [16/07/2024].

| | | |
|---|---|---|
| **9** | 731.80 | 4 |
| **Subtotal** | **17775.81** | **78** |

**Superficie de equipamiento urbano**: superficie otorgada al municipio mediante el trámite de donación. Las áreas destinadas al equipamiento urbano deberán considerarse como parte integrante del proyecto autorizado de que se trate y localizarse en zonas de fácil acceso a los lotes, de acuerdo con los entornos específicos. En todos los desarrollos inmobiliarios el desarrollador deberá transmitir gratuitamente al Municipio, el diez por ciento de la superficie total del predio para equipamiento urbano. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15).

El 5% para cualquier otro tipo de equipamiento urbano de acuerdo con el CUEQ, podrá transmitirse en un predio distinto al que se va a desarrollar.

*Tabla 13. Distribución de las áreas de donación*

| **Art. 156 Fracción VI (CUEQ)** | | **Proyecto** | |
|---|---|---|---|
| **Destino** | **Porcentaje** | **Destino** | **Porcentaje** |
| Área verde | 4 % | Áreas verdes | 6.92 % |
| | | Área de protección escurrimiento | 11.25% |
| Plazas o espacios públicos | 1 % | | |
| Cualquier otro tipo de equipamiento urbano | 5 % | Área de equipamiento | 0% |
| | | Área de alineamiento | 0 % |
| | | | |
| **Total** | **10 %** | | **18.17 %** |

El proyecto contará con una superficie de donación, siendo de **2,024.73 m² (6.92%)** de áreas verdes y **3,294.10 m² (11.25 %)** para áreas de protección, **representando un total de 5,318.8 m² equivalente al 18.17%.**

Lo anterior fue acordado en reunión celebrada el 21 de enero de 2026 a las 16:00 horas en las oficinas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en la cual se presentó la distribución actual de lotes y vialidades, así como la propuesta correspondiente a áreas verdes y superficies de protección consideradas para donación. Durante la sesión, el personal técnico de la CONANP propuso que las superficies de donación se destinaran exclusivamente a la conservación, limitándose a su delimitación como áreas verdes y zonas de protección, con el objetivo de mantenerlas en su estado natural, sin intervención humana, y que funcionen como elementos de conectividad ecológica con la masa forestal contigua. Esta propuesta fue aceptada por el área de Desarrollo Urbano del municipio de Jalpan de Serra, instancia competente para la administración y determinación de las superficies de donación y equipamiento urbano.

La **superficie de protección** se integra por dos fajas localizadas dentro del predio. La primera en el sector suroeste, entre el límite de los lotes y la superficie forestal contigua, la cual mantiene la clasificación de uso de suelo habitacional H2 conforme

al PDUCPJS. La segunda en el sector sureste y tiene como finalidad prevenir afectaciones al cauce del arroyo evitando la invasión de los propietarios colindantes en la manzana 7. En conjunto, ambas fajas comprenden una superficie **de 3,294.10 m²,** la cual se conservará con cobertura vegetal permanente como medida de protección y amortiguamiento.

El **área verde urbana**.- conforme a la NOM-001-SEDATU-2021[7] es toda superficie cubierta de vegetación natural o inducida, localizada en bienes del dominio público y que ofrece servicios ambientales. También se refiere a la parte o subdivisión de un espacio público específico que cuenta con vegetación, dedicada al esparcimiento, decoración y/o conservación. Esta superficie está conformada por dos áreas dando un total de **2,024.73 m² (6.92 %).** A dichas áreas se les realizará su acondicionamiento, conservando vegetación arbórea y arbustiva nativa. El acondicionamiento de áreas verdes, consistirá en la poda se saneamiento, deshierbe, mejoramiento del suelo, limpieza en general.

La LGDFS define el **Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)** como **la remoción total o parcial de la vegetación existente en terrenos forestales con el propósito de destinarlos a actividades no forestales.** Se contempla la **remoción parcial de vegetación** (para saneamiento); el mejoramiento del suelo con el mantillo removido en la apertura de vialidades, promover el crecimiento de pasto que permita mejorar el aspecto de estas superficies; al llevarse a cabo dicha intervención se considera un cambio de uso de suelo en terrenos forestales; motivo por el cual se incluyen las áreas verdes en la solicitiud de CUSTF. Se conservará la vegetación arbórea dentro de las áreas verdes; con el fin de mantener las especies nativas del estrato superior y se contempla la poda de algunas ramas en mal estado, a fin de mejorar la estética y sanidad del arbolado en pie.

No se pretende por parte del promovente llevar a cabo la instalación de infraestructura u obra permanente en la superficie de las áreas verdes.

De conformidad con el Reglamento de imagen urbana para el Municipio de Jalpan de Serra, Querétaro; a los parques, jardines, áreas verdes y demás bienes de uso común del Municipio, tendrán acceso todos los habitantes, con la obligación de abstenerse de realizar cualquier acto que pueda redundar en daño o deterioro de aquellos. Serán atribuciones y responsabilidades del municipio las obras o actividades que desarrolle sobre las áreas de su jurisdicción, posterior a su entrega por parte del fraccionador.

De conformidad con el Código Urbano del Estado de Querétaro, los colonos del fraccionamiento podrán asociarse, con la finalidad de salvaguardar los intereses de los habitantes del desarrollo y participar con la autoridad municipal en la

[7] DOF: 22/02/2022 NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos.

conservación de los equipamientos, espacios abiertos, áreas verdes, compatibilidad de usos de suelo e imagen urbana de su fraccionamiento.

La distribución de superficies del proyecto se muestra en las tablas e ilustración siguientes:

*Tabla 14 Superficies generales del proyecto*

| **Superficies generales del Proyecto** | | |
|---|---|---|
| **Concepto** | **Superficie** | |
| **Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto** | **29,258.8643 m²** | |
| **Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones[5]** | | |
| **Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas[6]** | **5318.82 m²** | |
| **Superficie total de vegetación[7]** | **Existente** | **Por afectar** |
| | **29,258.8643 m²** | **26877.54 m²** |
| **Superficie de vegetación forestal total[8]** | **29,258.8643 m²** | **26877.54 m²** |
| **Superficie por cada tipo de vegetación forestal** | | |
| **Tipo de vegetación: Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia** | **29,258.8643 m²** | **26877.54 m²** |
| **Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)** | **1,942.31 m²** | |
| **Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)** | | |
| **Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)** | | |
| **Enlaces a documentos anexos**<br>Dimensiones del proyecto<br>Patio de resguardo<br>Polígono de CUSTF | | |

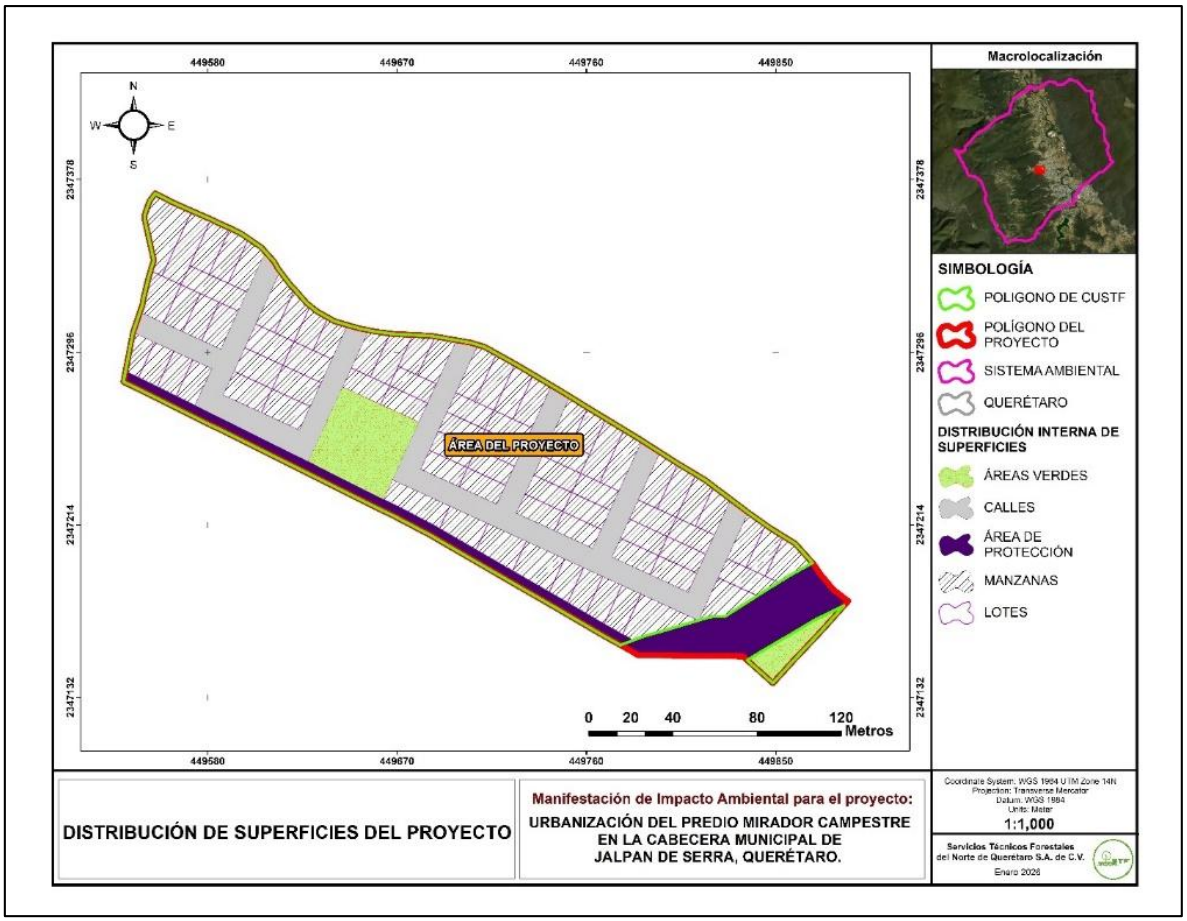



Ilustración 8 Distribución de superficies

*Tabla 15 Dimensiones del proyecto*

| Uso | Superficie ($m^2$) | Porcentaje |
|---|---|---|
| Manzanas (habitacional) | **17,775.81** | **60.75** |
| Subtotal habitacional (H2) | **17,775.81** | **60.75** |
| Calles | **6,164.23** | **21.07** |
| Subtotal vialidades | **6,164.23** | **21.07** |
| Área de equipamiento | **0.00** | **0.00** |
| Área de protección | **3,294.10** | **11.26** |
| Subtotal donación | **3,294.10** | **11.26** |
| Áreas verdes | **2,024.73** | **6.92** |
| Subtotal áreas verdes | **2,024.73** | **6.92** |
| SUPERFICIE TOTAL | **29,258.86** | **100.00** |

A continuación, se presentan las coordenadas geográficas WGS84 14N acotadas en metros, para cada una de las superficies que conforman el proyecto.

*Tabla 16 Superficie de vialidades*

| CALLE 1 (10m de ancho)<br>Área: 675.58 m$^2$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449836.86 | 2347219.94 | 5 | 449816.72 | 2347200.09 | 9 | 449822.58 | 2347188.89 |
| 2 | 449836.67 | 2347220.07 | 6 | 449812.55 | 2347191.00 | 10 | 449826.76 | 2347197.98 |
| 3 | 449828.67 | 2347226.07 | 7 | 449808.37 | 2347181.92 | | | |
| 4 | 449820.90 | 2347209.17 | 8 | 449817.45 | 2347177.74 | | | |
| CALLE 2 (10m de ancho)<br>Área: 574.68 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449646.6 | 2347308.8 | 6 | 449634.01 | 2347281.46 | 11 | 449648.27 | 2347288.54 |
| 2 | 449650.7 | 2347307.7 | 7 | 449628.83 | 2347270.19 | 12 | 449656.50 | 2347306.42 |
| 3 | 449646.6 | 2347308.8 | 8 | 449623.04 | 2347257.60 | 13 | 449652.33 | 2347307.27 |
| 4 | 449646.6 | 2347308.8 | 9 | 449631.97 | 2347253.09 | | | |
| 5 | 449639.2 | 2347292.7 | 10 | 449644.10 | 2347279.46 | | | |
| CALLE 3 (10m de ancho)<br>Área: 641.06m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449698.34 | 2347301.67 | 5 | 449672.08 | 2347244.58 | 9 | 449693.70 | 2347267.66 |
| 2 | 449688.79 | 2347280.92 | 6 | 449681.17 | 2347240.40 | 10 | 449697.88 | 2347276.74 |
| 3 | 449684.62 | 2347271.83 | 7 | 449685.35 | 2347249.49 | 11 | 449708.36 | 2347299.53 |
| 4 | 449680.44 | 2347262.75 | 8 | 449689.52 | 2347258.57 | 12 | 449705.10 | 2347300.51 |
| CALLE 4 (10m de ancho)<br>Área: 615.95 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449743.47 | 2347280.15 | 6 | 449717.51 | 2347223.69 | 11 | 449743.31 | 2347255.86 |
| 2 | 449734.22 | 2347260.03 | 7 | 449726.60 | 2347219.51 | 12 | 449752.09 | 2347274.95 |
| 3 | 449730.04 | 2347250.95 | 8 | 449730.78 | 2347228.60 | 13 | 449749.08 | 2347276.81 |
| 4 | 449725.87 | 2347241.86 | 9 | 449734.95 | 2347237.68 | | | |
| 5 | 449721.69 | 2347232.78 | 10 | 449739.13 | 2347246.77 | | | |
| CALLE 5 (10m de ancho)<br>Área: 556.10 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449786.46 | 2347253.96 | 5 | 449762.94 | 2347202.80 | 9 | 449784.56 | 2347225.88 |
| 2 | 449775.47 | 2347230.06 | 6 | 449772.03 | 2347198.63 | 10 | 449794.97 | 2347248.52 |
| 3 | 449771.30 | 2347220.97 | 7 | 449776.20 | 2347207.71 | | | |
| 4 | 449767.12 | 2347211.89 | 8 | 449780.38 | 2347216.80 | | | |
| CALLE 6 (10m de ancho)<br>Área: 475.24 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449828.67 | 2347226.07 | 4 | 449812.55 | 2347191.00 | 7 | 449822.5 | 2347188.7 |
| 2 | 449820.90 | 2347209.17 | 5 | 449808.37 | 2347181.92 | 8 | 449826.7 | 2347197.8 |
| 3 | 449816.72 | 2347200.09 | 6 | 449817.45 | 2347177.74 | 9 | 449836.9 | 2347219.9 |

| CALLE 7 (10m de ancho)<br>Área: 1,600.21 m² | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449672.08 | 2347244.58 | 8 | 449767.85 | 2347189.54 | 15 | 449772.03 | 2347198.63 |
| 2 | 449667.91 | 2347235.49 | 9 | 449776.93 | 2347185.36 | 16 | 449762.94 | 2347202.80 |
| 3 | 449695.16 | 2347222.96 | 10 | 449786.02 | 2347181.18 | 17 | 449744.77 | 2347211.16 |
| 4 | 449713.33 | 2347214.60 | 11 | 449813.27 | 2347168.64 | 18 | 449726.60 | 2347219.51 |
| 5 | 449731.51 | 2347206.25 | 12 | 449817.45 | 2347177.74 | 19 | 449717.51 | 2347223.69 |
| 6 | 449749.68 | 2347197.89 | 13 | 449808.37 | 2347181.92 | 20 | 449699.34 | 2347232.05 |
| 7 | 449758.76 | 2347193.72 | 14 | 449790.20 | 2347190.27 | 21 | 449681.17 | 2347240.40 |
| CALLE 8 (10m de ancho)<br>Área: 607.59 m² | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449578.37 | 2347280.14 | 4 | 449581.82 | 2347266.84 | 7 | 449611.32 | 2347252.26 |
| 2 | 449574.04 | 2347270.73 | 5 | 449590.36 | 2347262.71 | 8 | 449627.82 | 2347244.06 |
| 3 | 449576.90 | 2347269.31 | 6 | 449605.34 | 2347255.27 | | | |
| CALLE 9 (10m de ancho)<br>Área: 417.76 m² | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449547.86 | 2347315.01 | 4 | 449563.93 | 2347296.62 | 7 | 449586.28 | 2347297.35 |
| 2 | 449544.62 | 2347305.50 | 5 | 449573.02 | 2347292.44 | 8 | 449577.20 | 2347301.52 |
| 3 | 449554.85 | 2347300.79 | 6 | 449582.11 | 2347288.26 | | | |

*Tabla 17 Superficie amanzanada*

| Manzana 1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área 2,716.32m² | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449555.14 | 2347371.47 | 12 | 449568.11 | 2347305.70 | 23 | 449590.74 | 2347354.92 |
| 2 | 449553.81 | 2347369.67 | 13 | 449577.20 | 2347301.52 | 24 | 449584.90 | 2347357.56 |
| 3 | 449552.59 | 2347368.02 | 14 | 449586.28 | 2347297.35 | 25 | 449582.81 | 2347358.60 |
| 4 | 449551.31 | 2347364.89 | 15 | 449594.64 | 2347315.52 | 26 | 449581.66 | 2347359.11 |
| 5 | 449550.15 | 2347361.21 | 16 | 449598.82 | 2347324.60 | 27 | 449572.50 | 2347363.12 |
| 6 | 449550.06 | 2347359.31 | 17 | 449607.53 | 2347343.55 | 28 | 449569.85 | 2347364.28 |
| 7 | 449554.45 | 2347339.61 | 18 | 449605.35 | 2347345.96 | 29 | 449563.06 | 2347367.32 |
| 8 | 449552.94 | 2347334.69 | 19 | 449600.76 | 2347349.12 | 30 | 449558.11 | 2347369.94 |
| 9 | 449551.97 | 2347331.51 | 20 | 449599.47 | 2347349.97 | 31 | 449557.14 | 2347370.44 |
| 10 | 449549.54 | 2347321.53 | 21 | 449596.13 | 2347352.19 | | | |
| 11 | 449549.09 | 2347318.65 | 22 | 449591.07 | 2347354.77 | | | |
| Manzana 2 | | | | | | | | |
| Área 2,320.13 m² | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449614.39 | 2347334.53 | 8 | 449628.83 | 2347270.19 | 17 | 449627.17 | 2347319.24 |
| 2 | 449602.85 | 2347309.43 | 9 | 449634.01 | 2347281.46 | 18 | 449621.41 | 2347325.87 |
| 3 | 449597.67 | 2347298.17 | 10 | 449639.19 | 2347292.72 | 19 | 449619.41 | 2347327.89 |
| 4 | 449592.49 | 2347286.90 | 11 | 449646.60 | 2347308.84 | | | |
| 5 | 449587.31 | 2347275.63 | 14 | 449637.25 | 2347312.43 | | | |
| 6 | 449605.17 | 2347266.62 | 15 | 449632.11 | 2347315.33 | | | |
| 7 | 449623.04 | 2347257.60 | 16 | 449628.78 | 2347317.97 | | | |

| Manzana 3 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área 1,454.23m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449656.50 | 2347306.42 | 5 | 449680.44 | 2347262.75 | 9 | 449688.13 | 2347303.42 |
| 2 | 449648.27 | 2347288.54 | 6 | 449684.62 | 2347271.83 | 10 | 449686.35 | 2347303.73 |
| 3 | 449644.10 | 2347279.46 | 7 | 449688.79 | 2347280.92 | 11 | 449677.49 | 2347304.21 |
| 4 | 449662.27 | 2347271.10 | 8 | 449698.34 | 2347301.67 | 12 | 449659.71 | 2347305.77 |
| Manzana 4 | | | | | | | | |
| Área 2,563.83 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449708.36 | 2347299.53 | 7 | 449699.34 | 2347232.05 | 13 | 449727.32 | 2347289.78 |
| 2 | 449697.88 | 2347276.74 | 8 | 449717.51 | 2347223.69 | 14 | 449726.18 | 2347290.42 |
| 3 | 449693.70 | 2347267.66 | 9 | 449721.69 | 2347232.78 | 15 | 449717.43 | 2347295.33 |
| 4 | 449689.52 | 2347258.57 | 10 | 449725.87 | 2347241.86 | 16 | 449711.77 | 2347298.50 |
| 5 | 449685.35 | 2347249.49 | 11 | 449730.04 | 2347250.95 | | | |
| 6 | 449681.17 | 2347240.40 | 12 | 449734.83 | 2347285.30 | | | |
| Manzana 5 | | | | | | | | |
| Área 2,346.22 m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449752.09 | 2347274.95 | 6 | 449726.60 | 2347219.51 | 11 | 449775.47 | 2347230.06 |
| 2 | 449743.31 | 2347255.86 | 7 | 449744.77 | 2347211.16 | 12 | 449777.88 | 2347259.23 |
| 3 | 449739.13 | 2347246.77 | 8 | 449762.94 | 2347202.80 | 13 | 449769.26 | 2347264.43 |
| 4 | 449734.95 | 2347237.68 | 9 | 449767.12 | 2347211.89 | 14 | 449763.68 | 2347267.80 |
| 5 | 449730.78 | 2347228.60 | 10 | 449771.30 | 2347220.97 | 15 | 449760.66 | 2347269.66 |
| Manzana 6 | | | | | | | | |
| Área 2085.75m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449794.97 | 2347248.52 | 7 | 449808.37 | 2347181.92 | 13 | 449816.51 | 2347235.21 |
| 2 | 449784.56 | 2347225.88 | 8 | 449812.55 | 2347191.00 | 14 | 449812.09 | 2347237.88 |
| 3 | 449780.38 | 2347216.80 | 9 | 449816.72 | 2347200.09 | 15 | 449803.47 | 2347243.08 |
| 4 | 449776.20 | 2347207.71 | 10 | 449820.90 | 2347209.17 | 16 | 449803.04 | 2347243.34 |
| 5 | 449772.03 | 2347198.63 | 11 | 449828.67 | 2347226.07 | | | |
| 6 | 449790.20 | 2347190.27 | 12 | 449820.49 | 2347232.22 | | | |
| Manzana 7 | | | | | | | | |
| Área 1,205.72m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449836.86 | 2347219.94 | 7 | 449820.60 | 2347170.39 | 13 | 449859.25 | 2347205.05 |
| 2 | 449826.68 | 2347197.82 | 8 | 449825.68 | 2347170.36 | 14 | 449853.63 | 2347208.55 |
| 3 | 449822.51 | 2347188.74 | 9 | 449830.65 | 2347173.52 | 15 | 449847.40 | 2347212.42 |
| 4 | 449813.29 | 2347168.65 | 10 | 449841.08 | 2347180.20 | 16 | 449845.15 | 2347214.03 |
| 5 | 449817.71 | 2347169.97 | 11 | 449845.82 | 2347183.23 | | | |
| 6 | 449818.84 | 2347170.24 | 12 | 449867.45 | 2347195.95 | | | |
| Manzana 8 | | | | | | | | |
| Área 2,351.80m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449667.91 | 2347235.49 | 11 | 449748.06 | 2347178.89 | 21 | 449786.02 | 2347181.18 |
| 2 | 449663.61 | 2347226.15 | 12 | 449760.93 | 2347171.35 | 22 | 449776.93 | 2347185.36 |
| 3 | 449670.85 | 2347222.62 | 13 | 449768.47 | 2347166.96 | 23 | 449767.85 | 2347189.54 |
| 4 | 449688.10 | 2347213.58 | 14 | 449770.55 | 2347165.75 | 24 | 449758.76 | 2347193.72 |
| 5 | 449690.27 | 2347212.31 | 15 | 449777.22 | 2347162.04 | 25 | 449749.68 | 2347197.89 |
| 6 | 449707.63 | 2347202.20 | 16 | 449782.34 | 2347159.19 | 26 | 449731.51 | 2347206.25 |
| 7 | 449722.12 | 2347193.83 | 17 | 449786.48 | 2347160.73 | 27 | 449713.33 | 2347214.60 |
| 8 | 449725.02 | 2347192.15 | 18 | 449787.21 | 2347160.97 | 28 | 449695.16 | 2347222.96 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 449728.91 | 2347189.90 | 19 | 449795.30 | 2347163.26 | | | |
| 10 | 449742.43 | 2347182.12 | 20 | 449813.27 | 2347168.64 | | | |
| Manzana 9 | | | | | | | | |
| Área 731.80m$^2$ | | | | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449544.62 | 2347305.50 | 5 | 449558.35 | 2347278.53 | 9 | 449573.02 | 2347292.44 |
| 2 | 449544.55 | 2347305.29 | 6 | 449565.09 | 2347275.18 | 10 | 449563.93 | 2347296.62 |
| 3 | 449541.00 | 2347287.06 | 7 | 449574.04 | 2347270.73 | 11 | 449554.85 | 2347300.79 |
| 4 | 449547.14 | 2347284.04 | 8 | 449582.11 | 2347288.26 | | | |

*Tabla 18 Áreas verdes*

| Área verde 1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Área 1,586.19 m$^2$ | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449644.10 | 2347279.46 | 7 | 449667.91 | 2347235.49 |
| 2 | 449627.82 | 2347244.06 | 8 | 449680.44 | 2347262.75 |
| 3 | 449630.81 | 2347242.57 | 9 | 449662.27 | 2347271.10 |
| 4 | 449645.77 | 2347235.02 | 10 | 449661.47 | 2347271.47 |
| 5 | 449659.01 | 2347228.40 | 11 | 449660.34 | 2347271.99 |
| 6 | 449663.61 | 2347226.15 | | | |
| Área verde 2 | | | | | |
| Área 438.53 m$^2$ | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449882.4088 | 2347175.592 | 6 | 449848.627 | 2347138.747 |
| 2 | 449869.0667 | 2347169.119 | 7 | 449858.4362 | 2347149.545 |
| 3 | 449858.2893 | 2347162.725 | 8 | 449868.7911 | 2347160.478 |
| 4 | 449842.8917 | 2347153.702 | 9 | 449874.9811 | 2347167.285 |
| 5 | 449836.3756 | 2347149.706 | | | |

*Tabla 19 Áreas de protección (Franjas de amortiguamiento)*

| Área de Protección 1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Área 1,351.79 m$^2$ | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449541.00 | 2347287.06 | 22 | 449768.07 | 2347161.41 |
| 2 | 449576.90 | 2347269.31 | 23 | 449776.18 | 2347156.90 |
| 3 | 449558.35 | 2347278.53 | 24 | 449782.34 | 2347159.19 |
| 4 | 449576.90 | 2347269.31 | 25 | 449770.55 | 2347165.75 |
| 5 | 449541.00 | 2347287.06 | 26 | 449760.93 | 2347171.35 |
| 6 | 449540.01 | 2347281.97 | 27 | 449756.87 | 2347173.73 |
| 7 | 449556.15 | 2347274.04 | 28 | 449748.06 | 2347178.82 |
| 8 | 449574.65 | 2347264.85 | 29 | 449728.91 | 2347189.90 |
| 9 | 449579.60 | 2347262.35 | 30 | 449722.12 | 2347193.83 |
| 10 | 449588.16 | 2347258.22 | 31 | 449707.63 | 2347202.21 |
| 11 | 449603.12 | 2347250.79 | 32 | 449688.10 | 2347213.58 |
| 12 | 449609.06 | 2347247.80 | 33 | 449670.85 | 2347222.62 |
| 13 | 449643.54 | 2347230.54 | 34 | 449663.61 | 2347226.15 |
| 14 | 449656.80 | 2347223.91 | 35 | 449659.01 | 2347228.40 |
| 15 | 449668.60 | 2347218.16 | 36 | 449645.77 | 2347235.02 |
| 16 | 449685.68 | 2347209.20 | 37 | 449630.81 | 2347242.57 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 449705.13 | 2347197.87 | 38 | 449627.82 | 2347244.06 |
| 18 | 449719.62 | 2347189.50 | 39 | 449611.32 | 2347252.26 |
| 19 | 449726.43 | 2347185.56 | 40 | 449605.34 | 2347255.27 |
| 20 | 449745.56 | 2347174.56 | 41 | 449590.36 | 2347262.71 |
| 21 | 449758.38 | 2347167.04 | 42 | 449581.82 | 2347266.84 |
| Área de Protección 2 | | | | | |
| Área 1,942.31 $m^2$ | | | | | |
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449882.41 | 2347175.59 | 16 | 449787.21 | 2347160.97 |
| 2 | 449884.41 | 2347177.83 | 17 | 449786.48 | 2347160.73 |
| 3 | 449877.51 | 2347183.07 | 18 | 449776.18 | 2347156.90 |
| 4 | 449870.92 | 2347190.91 | 19 | 449780.55 | 2347154.47 |
| 5 | 449868.11 | 2347195.22 | 20 | 449782.58 | 2347153.21 |
| 6 | 449867.45 | 2347195.95 | 21 | 449784.18 | 2347152.22 |
| 7 | 449857.39 | 2347190.32 | 22 | 449792.23 | 2347152.04 |
| 8 | 449857.09 | 2347190.15 | 23 | 449810.09 | 2347151.81 |
| 9 | 449845.82 | 2347183.23 | 24 | 449815.77 | 2347151.80 |
| 10 | 449830.65 | 2347173.52 | 25 | 449821.44 | 2347151.80 |
| 11 | 449825.68 | 2347170.36 | 26 | 449834.40 | 2347151.48 |
| 12 | 449820.60 | 2347170.39 | 27 | 449836.38 | 2347149.71 |
| 13 | 449818.84 | 2347170.24 | 28 | 449842.89 | 2347153.70 |
| 14 | 449817.71 | 2347169.97 | 29 | 449858.29 | 2347162.72 |
| 15 | 449795.30 | 2347163.26 | 30 | 449869.07 | 2347169.12 |

El proyecto en su totalidad se encuentra al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda en una **subzona de aprovechamiento intensivo** donde la actividad que se pretende está permitida, al igual que su cambio de uso de suelo, siempre y cuando se cumpla con el Programa de Manejo de ésta ANP y los lineamientos normativos que aplique.

> **Subzona de aprovechamiento intensivo**: *"Áreas en las que se ubican los asentamientos humanos y sus inmediaciones, en donde se favorecerá la utilización de los recursos naturales de un modo intensivo y se ordenarán las actividades productivas de las comunidades, previamente contempladas en los programas y planes de desarrollo urbano locales".*

De conformidad con el Art. 49 contenido en la Sección Quinta. - de la Zonificación forestal en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y 17 de su Reglamento; la Comisión deberá llevar a cabo la zonificación para efectos de planeación, con base en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos y en los programas de Ordenamiento Ecológico.

Respecto a la tabla de zonificación de los terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal con base en el Inventario Forestal Nacional y el Ordenamiento Ecológico del Territorio Nacional se establece en las categorías siguientes:

*Tabla 20 Clasificación de la superficie del proyecto*

| Zonas | Clasificaciones | (Ha) | % |
|---|---|---|---|
| Conservación y aprovechamiento restringido o prohibido | Áreas Naturales Protegidas | 2.9258 | **100** |
| | Áreas de protección | | |
| | Áreas localizadas arriba de los 3000 metros sobre el nivel del mar | | |
| | Terrenos con pendientes mayores al 100% o 45° | | |
| | Áreas cubiertas con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña | | |
| | Áreas cubiertas con vegetación en galería | | |
| | Áreas cubiertas con Selva alta perennifolia | | |
| Producción | Terrenos forestales se productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de más del 50% o una altura promedio de los árboles dominantes o mayor a 16 metros. | | |
| | Terrenos forestales de productividad media, caracterizados por una cobertura de copa de entre 20 y 50% o una altura promedio de los árboles dominantes de 16 metros | | |
| | Terrenos forestales de productividad baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al 20% | | |
| | Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas | | |
| | Terrenos para realizar forestaciones | | |
| | Terrenos preferentemente forestales | | |
| Restauración | Terrenos forestales con degradación alta y que muestren evidencia de erosión severa con presencia de cárcavas | | |
| | Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas. | | |
| | Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación media, caracterizados por tener una cobertura de copa menor al veinte por ciento y mostrar evidencia de erosión laminar | | |
| | Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al veinte por ciento y mostrar evidencia de erosión laminar. | | |
| | Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como la forestación, reforestación o regeneración natural. | | |

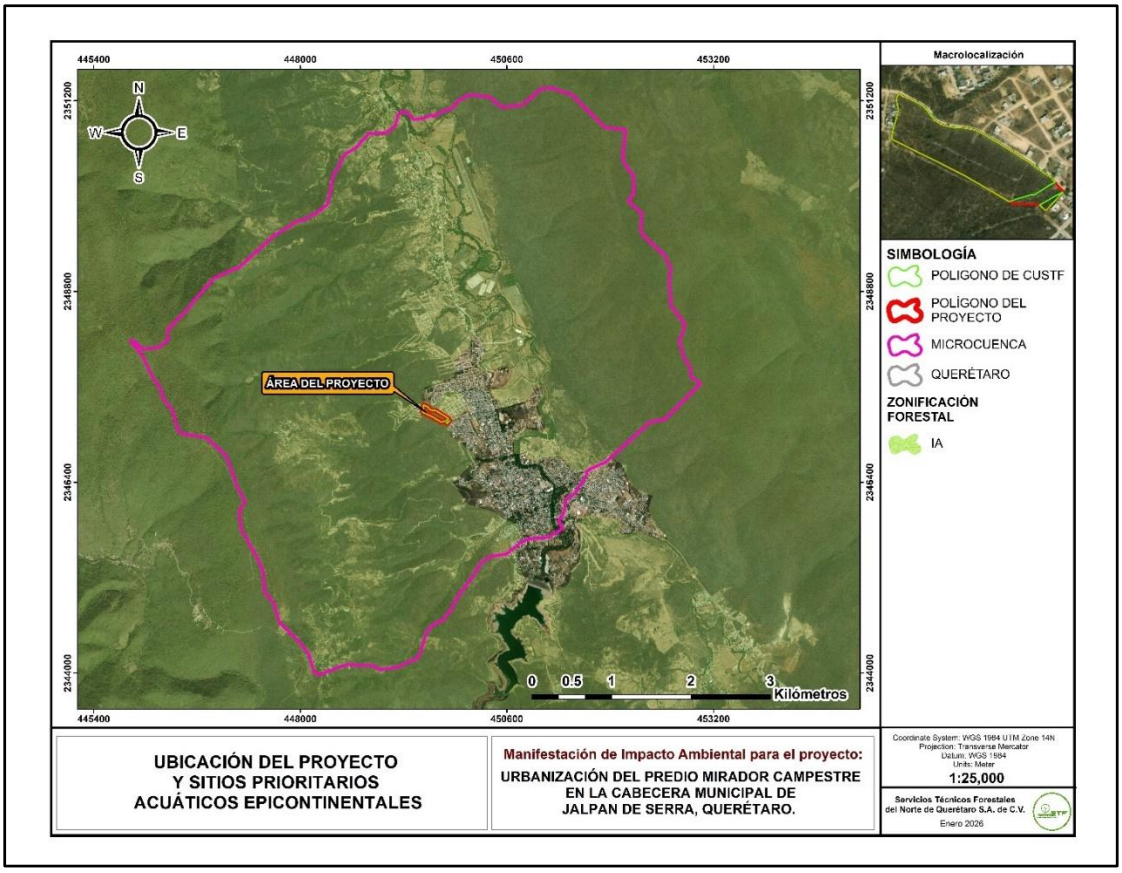



Ilustración 9 Ubicación del predio en la zonificación forestal

Como se observa en la cartografía, el predio se localiza en la zona IA (Áreas Naturales Protegidas); parte de la superficie esta cartografiada como N/A por corresponder al área urbana de la cabecera municipal; sin embargo, sus límites no se encuentran plenamente definidos conforme al PDUCPJS.

A lo largo del documento se referirá como “superficie del proyecto” al área del terreno para la distribución de lotes y elementos correspondientes al fraccionamiento (vialidades, manzanas, áreas verdes y de protección); por otra parte, se referirá como “CUSTF” a la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En la imagen siguiente se señala la superficie del proyecto y la superficie de CUSTF.

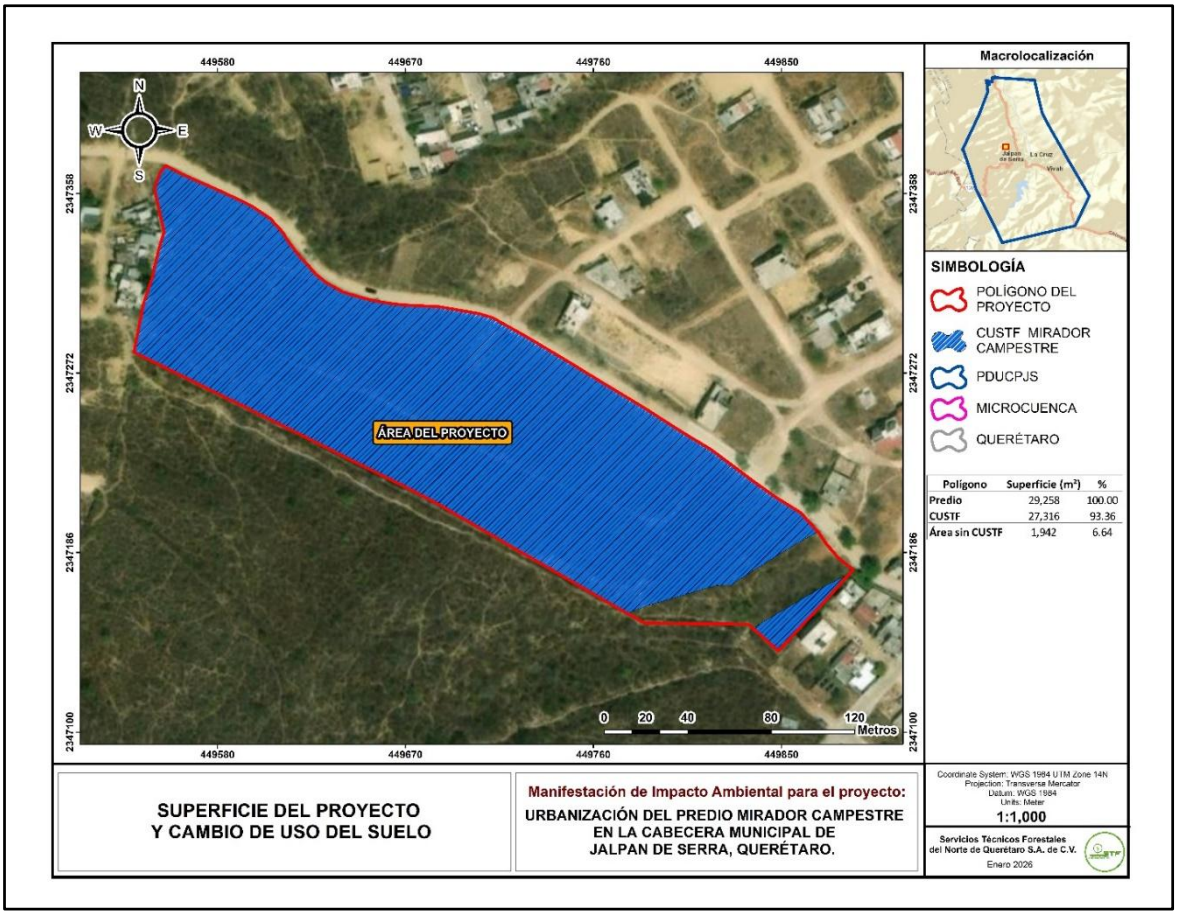



Ilustración 10 Superficie del proyecto y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

*Tabla 21 Coordenadas (UTM WGS84 14N) de las superficies de CUSTF*

| POLÍGONO UNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perímetro: 827.56 m Área: 26,877.53 m² | | | | | | | | |
| Vért. | Coordenada X | Coordenada Y | Vért. | Coordenada X | Coordenada Y | Vért. | Coordenada X | Coordenada Y |
| 1 | 449,867.45 | 2,347,195.95 | 26 | 449,603.10 | 2,347,250.79 | 51 | 449,611.53 | 2,347,339.13 |
| 2 | 449,857.38 | 2,347,190.32 | 27 | 449,588.16 | 2,347,258.22 | 52 | 449,613.50 | 2,347,335.70 |
| 3 | 449,857.09 | 2,347,190.15 | 28 | 449,579.60 | 2,347,262.35 | 53 | 449,619.41 | 2,347,327.89 |
| 4 | 449,845.82 | 2,347,183.23 | 29 | 449,574.66 | 2,347,264.84 | 54 | 449,621.65 | 2,347,325.63 |
| 5 | 449,830.64 | 2,347,173.52 | 30 | 449,556.13 | 2,347,274.05 | 55 | 449,627.17 | 2,347,319.24 |
| 6 | 449,825.68 | 2,347,170.36 | 31 | 449,540.01 | 2,347,281.97 | 56 | 449,632.11 | 2,347,315.33 |
| 7 | 449,820.60 | 2,347,170.39 | 32 | 449,544.55 | 2,347,305.29 | 57 | 449,640.28 | 2,347,310.72 |
| 8 | 449,818.84 | 2,347,170.24 | 33 | 449,549.09 | 2,347,318.65 | 58 | 449,645.99 | 2,347,309.01 |
| 9 | 449,817.71 | 2,347,169.97 | 34 | 449,549.54 | 2,347,321.53 | 59 | 449,652.33 | 2,347,307.27 |
| 10 | 449,795.30 | 2,347,163.26 | 35 | 449,551.97 | 2,347,331.51 | 60 | 449,659.71 | 2,347,305.77 |
| 11 | 449,787.21 | 2,347,160.97 | 36 | 449,554.45 | 2,347,339.61 | 61 | 449,668.19 | 2,347,304.72 |
| 12 | 449,786.48 | 2,347,160.73 | 37 | 449,550.06 | 2,347,359.31 | 62 | 449,686.35 | 2,347,303.73 |
| 13 | 449,776.18 | 2,347,156.90 | 38 | 449,550.15 | 2,347,361.21 | 63 | 449,705.10 | 2,347,300.51 |
| 14 | 449,768.08 | 2,347,161.41 | 39 | 449,551.31 | 2,347,364.89 | 64 | 449,711.77 | 2,347,298.50 |
| 15 | 449,758.41 | 2,347,167.03 | 40 | 449,552.59 | 2,347,368.02 | 65 | 449,727.32 | 2,347,289.78 |

| POLÍGONO UNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perímetro: 827.56 m Área: 26,877.53 m² | | | | | | | | |
| Vért. | Coordenada X | Coordenada Y | Vért. | Coordenada X | Coordenada Y | Vért. | Coordenada X | Coordenada Y |
| 16 | 449,745.55 | 2,347,174.56 | 41 | 449,555.14 | 2,347,371.47 | 66 | 449,749.08 | 2,347,276.81 |
| 17 | 449,726.42 | 2,347,185.57 | 42 | 449,558.11 | 2,347,369.94 | 67 | 449,763.68 | 2,347,267.80 |
| 18 | 449,719.62 | 2,347,189.50 | 43 | 449,563.06 | 2,347,367.32 | 68 | 449,783.96 | 2,347,255.57 |
| 19 | 449,705.12 | 2,347,197.88 | 44 | 449,569.85 | 2,347,364.28 | 69 | 449803.04 | 2347243.34 |
| 20 | 449,685.68 | 2,347,209.20 | 45 | 449,582.81 | 2,347,358.60 | 70 | 449816.51 | 2347235.21 |
| 21 | 449,668.60 | 2,347,218.16 | 46 | 449,584.90 | 2,347,357.56 | 71 | 449836.67 | 2347220.07 |
| 22 | 449,656.79 | 2,347,223.92 | 47 | 449,591.07 | 2,347,354.77 | 72 | 449847.40 | 2347212.42 |
| 23 | 449,643.52 | 2,347,230.55 | 48 | 449,596.13 | 2,347,352.19 | 73 | 449859.25 | 2347205.05 |
| 24 | 449,628.56 | 2,347,238.10 | 49 | 449,600.76 | 2,347,349.12 | | | |
| 25 | 449,609.08 | 2,347,247.79 | 50 | 449,605.35 | 2,347,345.96 | | | |
| POLÍGONO DOS | | | | | | | | |
| Perímetro: 119.28 m Área: 438.53 m² | | | | | | | | |
| Vért | Coordenada X | Coordenada Y | Vért | Coordenada X | Coordenada Y | Vért | Coordenada X | Coordenada Y |
| 1 | 449,836.38 | 2,347,149.71 | 4 | 449,869.07 | 2,347,169.12 | 7 | 449868.79 | 2347160.48 |
| 2 | 449,842.89 | 2,347,153.70 | 5 | 449,882.41 | 2,347,175.59 | 8 | 449858.44 | 2347149.55 |
| 3 | 449,858.29 | 2,347,162.72 | 6 | 449,874.98 | 2,347,167.29 | 9 | 449848.63 | 2347138.75 |

En la ilustración (sombreado en color azul) es la superficie solicitada de CUS en terrenos o áreas forestales. Debido a que se contempla la intervención con la poda de saneamiento, el mejoramiento del suelo con la dispersión del mantillo; etc., que permita mejorar el aspecto de estas superficies al interior del fraccionamiento. Por lo tanto, al llevarse a cabo la intervención se considera un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de acuerdo con lo expresado en la LGDFS; motivo por el cual la superficie de las áreas verdes está contemplada en el CUSTF.

### I.6.5. USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

#### *I.6.5.1. Uso del suelo*

En el entorno inmediato del proyecto se presenta una diversidad de usos de suelo. Hacia el noreste, el predio colinda con una vialidad de terracería que constituye el acceso al fraccionamiento propuesto; contigua a ésta se ubica la colonia Jardines de la Sierra y, en dirección oeste, la colonia La Cruz Blanca, ambas con uso habitacional. En su límite sur, el predio colinda con vegetación secundaria arbustiva asociada a selva baja caducifolia, la cual se extiende en una franja aproximada de 870 metros hasta áreas destinadas a agricultura de temporal y a viviendas pertenecientes a la comunidad de El Zapote. Se precisa que los habitantes de dicho asentamiento realizan tránsito peatonal mediante veredas que atraviesan el área forestal en dirección a la zona urbana de Jalpan, cruzando actualmente el predio propuesto y sus colindancias, lo que configura una dinámica de movilidad local vinculada al uso tradicional del territorio.

A una distancia aproximada de 540 m en dirección este del sitio del proyecto se ubica la colonia Puerto de San Nicolás, a través de la cual se prevé el acceso al predio mediante la calle Michoacán, con conexión directa a la carretera federal 69 Jalpan–Río Verde. Esta vialidad constituye un eje primario de comunicación regional, facilitando la movilidad hacia la cabecera municipal de Jalpan de Serra, así como hacia los municipios colindantes, incluyendo Rio Verde, Xilitla y la ciudad de Queretaro.

Hacia el este, posterior al cruce de la carretera federal 69, se localizan superficies destinadas a agricultura de riego. En esta misma dirección se identifica el río Jalpan, que constituye el escurrimiento principal de la microcuenca. Asimismo, en la zona de parteaguas se desarrolla vegetación de selva baja caducifolia, la cual representa la cobertura vegetal dominante en las áreas topográficamente más elevadas.

Hacia el sureste, el predio colinda con la colonia Solidaridad; a través de las vialidades existentes en dicha colindancia los habitantes del fraccionamiento podrán desplazarse hacia el área comercial y de servicios del centro de población, utilizándolas como rutas alternas de conexión. En este límite se desarrollan actualmente proyectos habitacionales y obras de infraestructura básica, incluyendo la construcción de vialidades y la instalación de redes de energía eléctrica, alcantarillado sanitario y telecomunicaciones, lo que configura un entorno con proceso de urbanización activo.

En su colindancia oeste, el predio limita con el asentamiento humano denominado La Cruz Blanca, el cual presenta un proceso de consolidación asociado al desarrollo habitacional y a la implementación progresiva de infraestructura y servicios básicos.

A continuación, se presentan los usos del suelo en la microcuenca conforme al Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie VII (Conjunto Nacional) 2018 del INEGI.

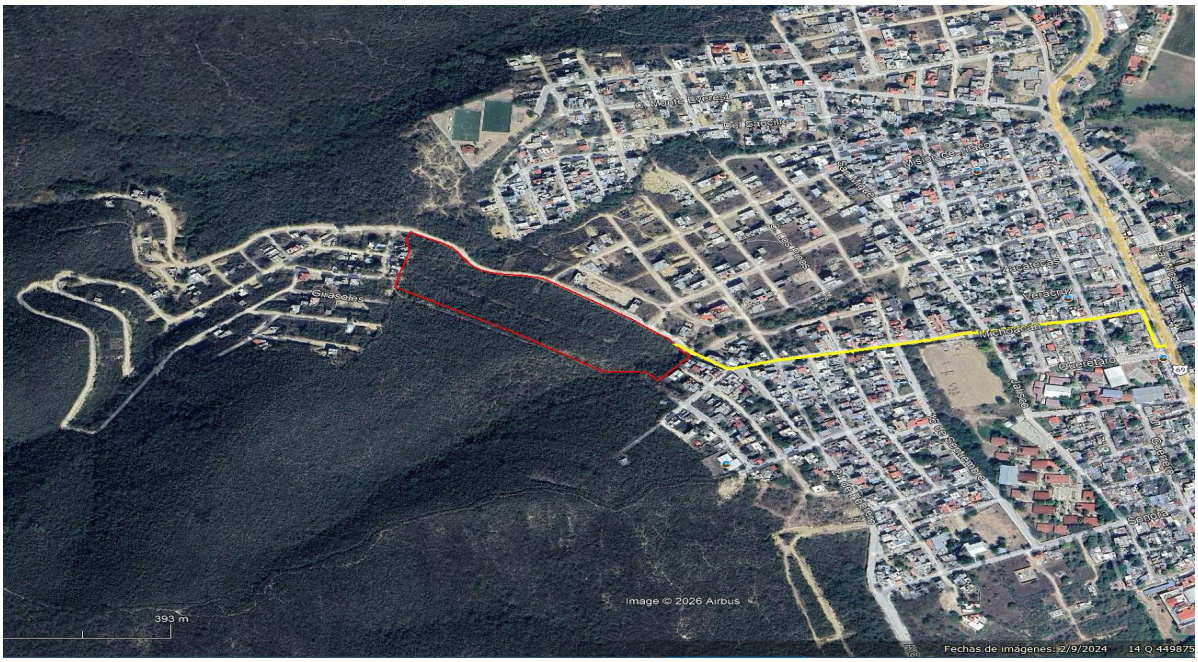



Ilustración 11 Colindancias del proyecto

Dentro del área destinada a la construcción del proyecto, la cartografía del INEGI indica que la superficie presenta, de manera parcial, uso urbano y uso forestal. No obstante, con base en la exploración fisica y mediante el inventario forestal, se tiene que el 100 % del polígono evaluado se encuentra cubierto por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, en la superficie total de 2.9258 ha. En virtud de lo anterior, se gestiona el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La composición florística, diversidad y condiciones estructurales de la vegetación se describen en el apartado correspondiente.

*Tabla 22 Uso del suelo en la microcuenca y en el área del proyecto, según cartografía del Inventario Forestal Nacional del INEGI 2010*

| Clave | Sub categoría | Sup. en la microcuenca | | Sup. ocupada por el proyecto | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (ha) | % | (ha) | % |
| **AH** | Asentamiento humano | 217.52 | 7.09 | | |
| **RA** | Agricultura de riego (IAPF) | 454.72 | 14.83 | | |
| **TA** | Agricultura de temporal (IAPF) | 222.05 | 7.24 | | |
| **BQ** | Bosque de encino | 0.15 | 0.00 | | |
| **BQP** | Bosque de encino-pino | 58.20 | 1.90 | | |
| **SBC** | Selva baja caducifolia | 1009.09 | 32.90 | | |
| **VSa/SBC** | Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva | 1105.25 | 36.04 | 2.9258 | 0.26 |
| | Total | 3066.99 | 100.00 | | |

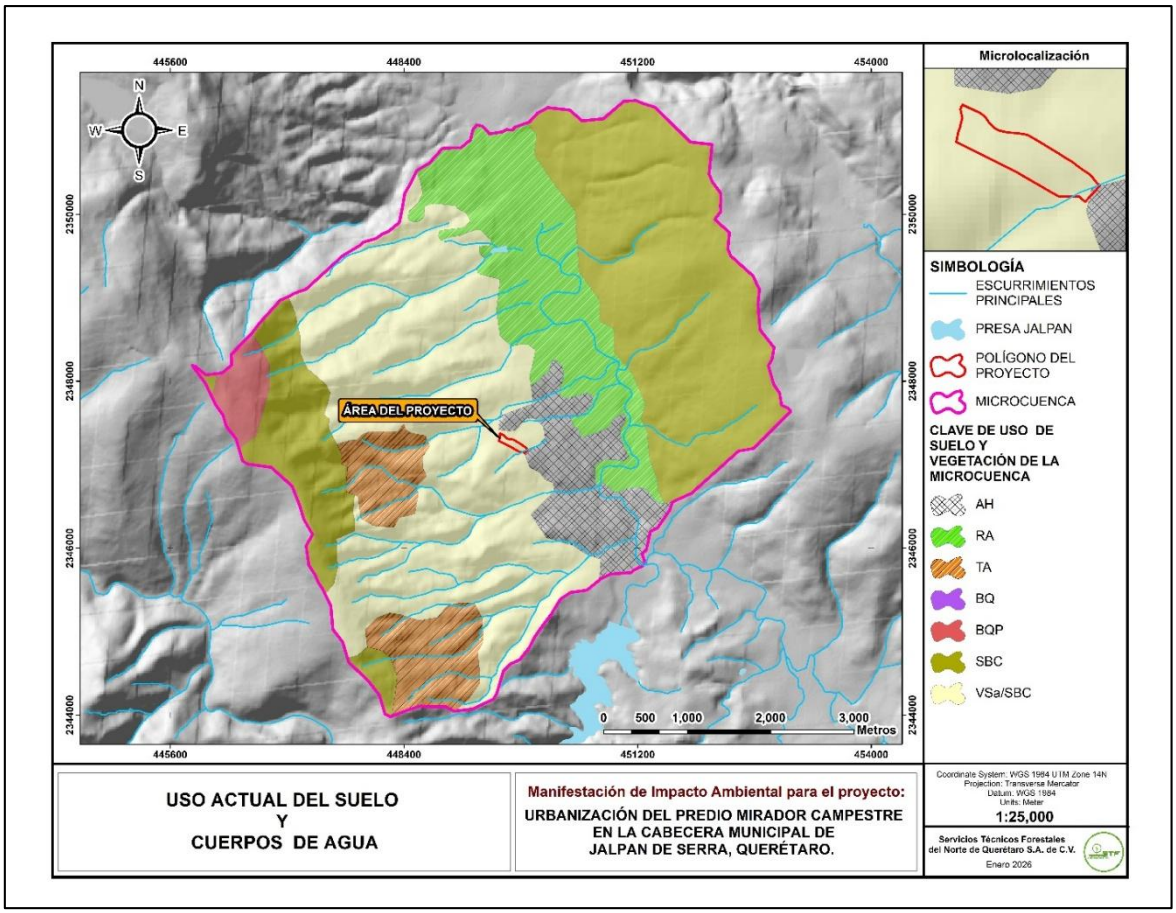



Ilustración 12 Uso del suelo y cuerpos de agua en la superficie del proyecto y sus colindancias

La Ley General de Desarrollo *Forestal Sustentable define el Cambio de uso del suelo en terreno forestal como: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales*; un **Terreno forestal**: El que está cubierto por vegetación forestal; y **Vegetación forestal**: *El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales*.

Se observan veredas internas muy angostas, originadas por el tránsito continuo de personas, lo que ha provocado compactación del suelo, reducción de la infiltración y afectación del establecimiento de la regeneración natural; dichas áreas se consideran en proceso de degradación. No obstante, conforme a la definición aplicable de vegetación forestal, parte de las superficies señaladas como degradadas mantienen presencia de individuos herbáceos y arbustivos dispersos, lo que permite clasificarlas dentro de esta categoría, aun cuando presenten alteraciones en su estructura y densidad.



Ilustración 13 Superficie con cubierta forestal CUSTF

El destino del suelo en el predio es **Urbano Habitacional con una densidad de 200 hab./ha**.; los usos del área urbana de Jalpan, en las colindancias del predio, se definen con base en la Zonificación Secundaria del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. En torno al proyecto los usos son: habitacional H2 hacia tres de sus colindancias (Norte, Sur y Este); una pequeña porción en la esquina al noroeste colinda con un uso de Protección Ecológica Agrícola Moderado (PEAM) segun el PDUCPJS, sin embargo, físicamente se puede apreciar que hacia dicha colindancia se localiza un asentamiento. Se anexa plano en gran formato de zonificación secundaria del PDUCPJS.

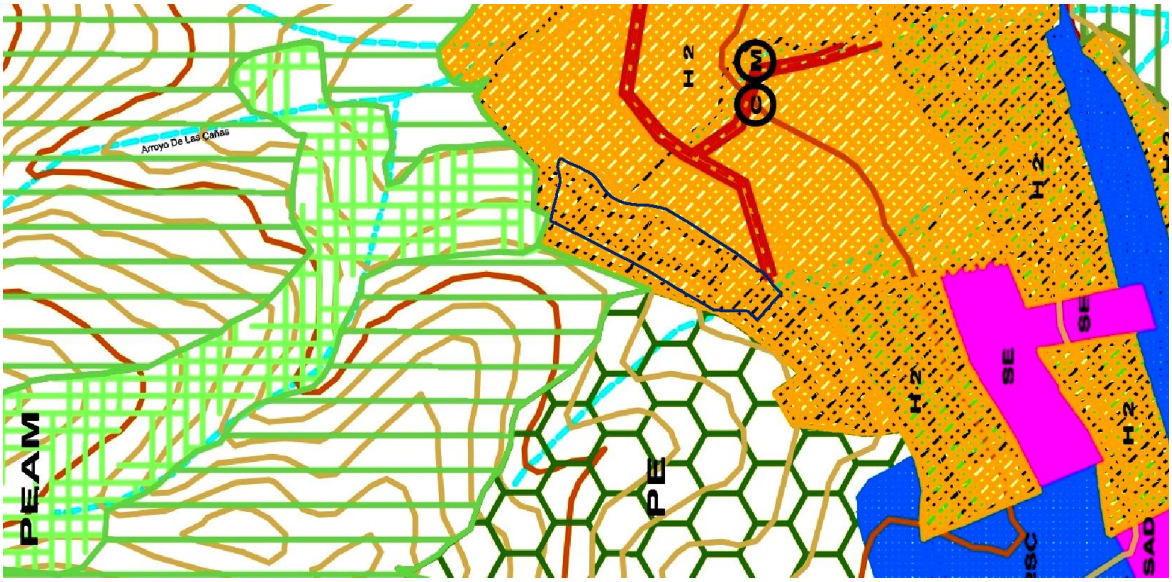



Ilustración 14 Recorte del PDUCPJS con la sobreposición del proyecto

### *I.6.5.2. Cuerpos de agua en el sitio y sus colindancias*

El proyecto se ubica en la parte más lejana del punto de descarga de los escurrimientos en el Océano Pacífico, lo que significa que la zona de estudio se encuentra prácticamente cerca del parteaguas continental, mismo que divide las vertientes del Golfo y del Pacifico en la parte central de México.

Con base en el mapa de la hidrología superficial de la Microcuenca (SA), se puede observar que hay un escurrimiento intermitente temporal a12 m de distancia aprox. hacia el sur; éste se forma en una cañada de ladera, enmarcado por una microcuenca pequeña, pero con alta pendiente; sin embargo, **este no se verá afectado en ningún momento con la ejecución del proyecto, tal y como se muestra en la siguiente figura.**

Parte de la superficie del predio tiene pendiente hacia el arroyo, por lo que la lámina de precipitación que cae sobre la superficie del predio y que no logra infiltrarse, escurre hacia él. Se diseñaron las vialidades de tal forma que el agua de lluvia captada en su superficie desfogue hacia el escurrimiento natural.

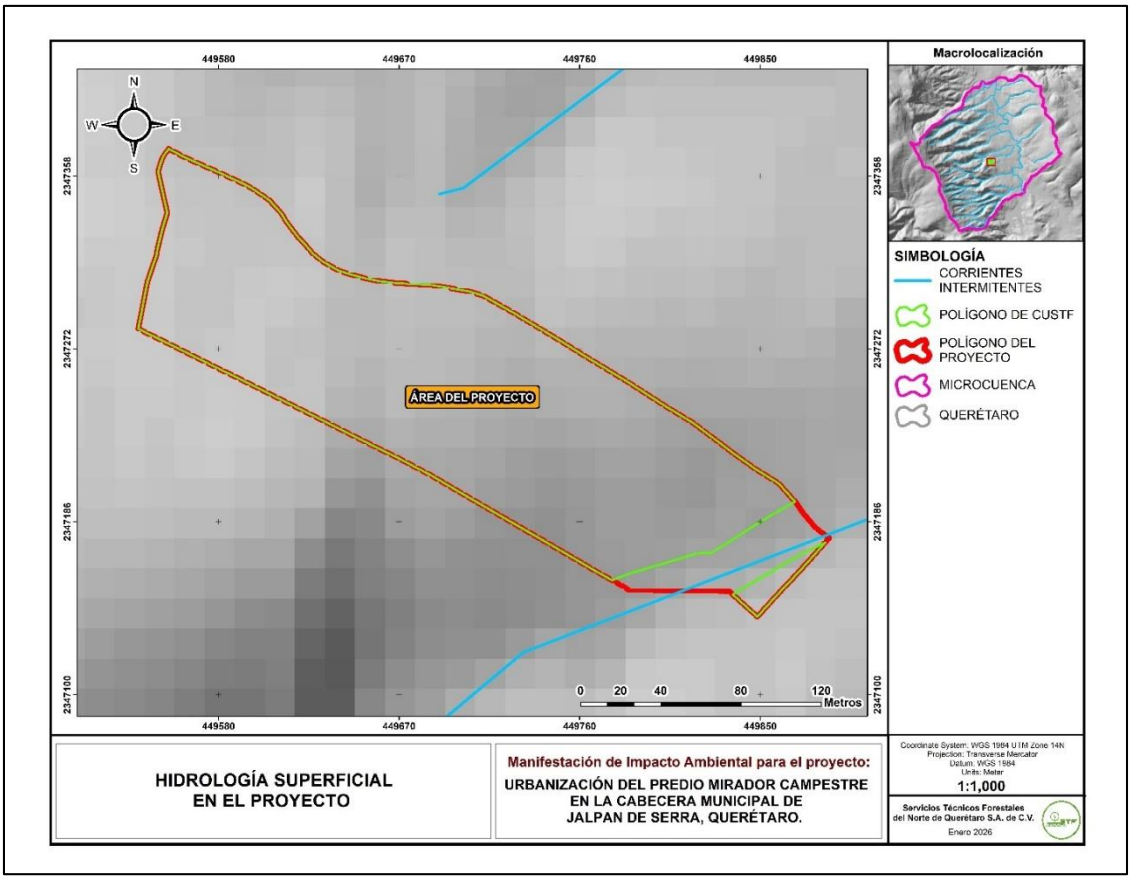



Ilustración 15 Hidrología superficial colindante a la superficie del CUSTF

Con base en el **estudio hidrológico**, sobre la subcuenca en estudio, ésta se ubica parcialmente en la ladera de un cerro que forma parte de la cadena montañosa que compone la pared poniente del valle intermontano de Jalpan, por lo que sus escurrimientos se dirigen hacia el río Jalpan por margen izquierda, a la altura de las colonias Solidaridad, Las Misiones y San Nicolás, en el km 0+920 sobre la carretera federal 69 tramo Jalpan - Arroyo Seco, a unos 920 m del entronque con la carretera federal 120. El sitio se caracteriza por ser un terreno franco inclinado sobre la ladera que da al norponiente.

La subcuenca en estudio se inicia en la parte alta de un cerro (1000 msnm), al pie de la cadena montañosa poniente del valle de Jalpan, con un desnivel máximo de 260 m respecto al lecho del río Jalpan (740 msnm), a la altura de la ubicación de la subcuenca.

La subcuenca del arroyo que intercepta el predio, tiene una forma francamente alargada de poniente a oriente, existiendo en su parte alta y media, vegetación propia de la región (selva baja caducifolia), encontrándose en su parte baja la zona urbana de las colonias que colindan con la carretera federal 69, la cual al cruzar la corriente sus escurrimientos se incorporan por la margen derecha a otro arroyo más corto, para finalmente descargar por la margen izquierda del río Jalpan. Con excepción del río Jalpan, los diferentes arroyos existentes incluyendo el de la cuenca en estudio, son de carácter intermitente. En el tramo del arroyo no se observan alteraciones o modificaciones inducidas, por lo que se considera actualmente en condiciones naturales.

Los escurrimientos del arroyo presentan un régimen intermitente y descienden por laderas con pendiente pronunciada en dirección oeste–este. En su tramo medio recibe el aporte de dos corrientes tributarias, a partir de las cuales continúa como un solo cauce. Posteriormente atraviesa la zona urbana de Jalpan y cruza la carretera federal 69; aproximadamente a 750 m aguas abajo descarga en el río Jalpan por su margen izquierdo.

El arroyo en estudio, corresponde a una depresión topográfica que conduce los escurrimientos hacia la parta baja del cerro, hasta el río Jalpan (margen izquierda). Es un arroyo de tercer órden; de a cuerdo a la opinión técnica de la CONAGUA, oficio No. **B00.921.04.-02094** de fecha 25 de septiembre de 2024, no abarca terrenos de propiedad federal.

**Delimitación de huellas máximas**

Se georreferenció y delimitó en campo las huellas máximas del cauce innominado, cercano al polígono solicitado para CUSTF, a fin de obtener sus anchos y determinar cuál sería su franja de protección (zona federal que le correspondería) y con ello demostrar que los polígonos de CUSTF no lo afectan; derivado de esta

delimitación en campo, se concluyó que el cauce del escurrimiento de interés, en su mayoría no excede los 5.1 metros de ancho. Para ello se muestra lo siguiente:

Con GPS marca Garmin map 65s (que manejó para la zona una precisión de +-2 metros) se georreferenció en campo el centro del escurrimiento y con un flexómetro se procedió a realizar una medición directa del ancho del cauce desde sus huellas máximas (izquierdo y derecho), esto para un total de trayecto de aproximadamente 592.51 metros del escurrimiento en cuestión.

Las distancias de las mediciones se basaron principalmente en los puntos donde los 'quiebres' del cauce eran más evidentes, con el fin de obtener una delimitación lo más precisa posible.



Las imágenes muestran la toma de puntos para la georreferenciación del centro del arroyo y medición directa con flexómetro de las huellas máximas del cauce. Resultado de la medición y georreferenciación directa en campo, se obtuvo el ancho total del cauce, considerando sus huellas máximas, tal como se muestra en la imagen que prosigue.



Ilustración 16 Márgenes del cauce (delimitación de sus huellas máximas)

Las coordenadas de las huellas máximas del cauce analizado, se listan a continuación:

*Tabla 23 Coordenadas UTM WGS84 14N del margen derecho del cauce*

| Margen derecho del cauce | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449890.5867 | 2347195.032 | 8 | 449821.201 | 2347157.55 |
| 2 | 449878.2904 | 2347184.709 | 9 | 449799.017 | 2347150.7 |
| 3 | 449864.3243 | 2347177.933 | 10 | 449791.147 | 2347147.96 |
| 4 | 449853.2099 | 2347171.339 | 11 | 449729.091 | 2347124.56 |
| 5 | 449837.7493 | 2347162.28 | 12 | 449676.113 | 2347083.45 |
| 6 | 449829.8479 | 2347157.434 | 13 | 449643.097 | 2347049.59 |
| 7 | 449829.2458 | 2347157.363 | 14 | 449890.587 | 2347195.03 |

*Tabla 24 Coordenadas UTM WGS84 14N del margen izquierdo del cauce*

| Margen izquierdo del cauce | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449641.4464 | 2347051.194 | 7 | 449828.5758 | 2347160.349 |
| 2 | 449674.4954 | 2347085.36 | 8 | 449836.0249 | 2347165.093 |
| v3 | 449727.1444 | 2347127.966 | 9 | 449851.1315 | 2347174.756 |
| 4 | 449789.9368 | 2347151.35 | 11 | 449862.3245 | 2347181.627 |
| 5 | 449798.1004 | 2347153.663 | 12 | 449875.5902 | 2347189.05 |
| 6 | 449820.5785 | 2347160.387 | 13 | 449887.374 | 2347198.864 |

Las coordenadas anteriores delimitan las huellas máximas del escurrimiento y abarcan un trayecto de 294 metros de escurrimiento aproximadamente.




Ilustración 17 Polígono de CUSTF cercano al escurrimiento.




Ilustración 18 Ancho del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF.

Ancho del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF.

*Tabla 25 Anchos del cauce innominado, considerando sus huellas máximas (en diferentes secciones a lo largo del cauce).*

| Punto de referencia en cauce | Coord. X | Coord. Y | Ancho de cauce* (m) |
|---|---|---|---|
| **1** | 449728.12 | 2347126.28 | 3.9 |
| **2** | 449675.27 | 2347084.38 | 2.5 |
| **3** | 449642.27 | 2347050.39 | 2.3 |
| **4** | 449790.56 | 2347149.66 | 3.6 |
| **5** | 449798.56 | 2347152.18 | 3.1 |
| **6** | 449821.83 | 2347160.86 | 2.9 |
| **7** | 449828.99 | 2347158.84 | 3 |
| **8** | 449836.89 | 2347163.69 | 3.3 |
| **9** | 449852.17 | 2347173.05 | 4 |
| **10** | 449863.30 | 2347179.77 | 4.2 |
| **11** | 449877.02 | 2347186.92 | 5.1 |
| **12** | 449891.98 | 2347195.17 | 5 |

*Incluyendo sus huellas máximas.

El punto de referencia 1 representa el escurrimiento de análisis en su punto aguas arriba más alto, y, por el contrario, el punto de referencia 12 representa la parte más baja del arroyo en cuestión.




Ilustración 19 Puntos de referencia del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF.

Como se observa en la siguiente tabla, los anchos no rebasan los 5.1 metros de amplitud ya considerando sus huellas máximas; teniendo en promedio un ancho de cauce de 3.57 metros, un ancho mínimo de 2.3 m y un ancho máximo de 5.1 m.

*Tabla 26 Anchos del cauce innominado*

| | |
|---|---|
| **Ancho promedio de cauce:** | **3.57** |
| **Ancho máximo:** | **5.1** |
| **Ancho mínimo:** | **2.3** |




Ilustración 20 Puntos de referencia para medición de anchos de cauce cercanos al predio de CUSTF, con un ancho máximo de 5.1 metros.

De acuerdo a la imagen, el punto 11 es donde el cauce tiene el ancho máximo, pero no necesariamente se tiene un aumento en el gasto de la corriente. En este punto se tiene un ancho de 5.1 metros (incluyendo sus huellas máximas).

El arroyo innomindado fluye de suroeste a noreste, con un ancho mínimo de 2.3 metros. El ancho promedio del cauce es de 3.57 metros y el máximo alcanza los 5.1 metros, incluyendo sus huellas máximas. Aunque este cauce limita con la superficie de CUSTF, el proyecto prevé respetar sus márgenes, manteniendo una franja de 10 metros a partir de las huellas máximas de cada margen para no afectar su curso y amplitud.

Es así que, considerando ciertos anchos del arroyo, desde el punto 1 (con coordenadas X=449,728.11; Y=2347126.27) hasta el punto de referencia 12 (con coordenadas X=449,891.98; Y=2347195.17) donde el tramo de análisis termina, la mayor parte del arroyo tiene anchos promedio menores a 5 metros; de acuerdo a que la Ley de Aguas Nacionales en su Artículo 3, fracción XLVII, señala:

> *"**Ribera o Zona Federal**": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. **La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de 5 metros**. El nivel de aguas máximas*

*ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.*

En virtud de lo anterior, el cauce se debería considerar incipiente por su anchos no mayores de 2 metros y profundidades menores a 0.75 m. Sin embargo, hay algunas secciones con anchos mayores de 2 metros pero menores a 5 metros de ancho (huellas máximas), la ZF del arroyo debería tener una amplitud de 5 metros. Aunque **señala la CONAGUA que no se trata de una zona federal**, se ha optado por definir una zona buffer de 5 metros adicionales como amortiguamiento para el escurrimiento, es decir metros en total de amplitud. En este sentido, **generando una zona buffer de 10 m de ancho a cada lado del límite de las huellas máximas del cauce, se obtiene lo que se ha denominado área de protección del escurrimiento; en ella no intersecta de forma parcial o total a el polígono de CUSTF.**

Se muestran imágenes detalladas de la delimitación de huellas máximas y área de protección y su ubicación respecto al polígono forestal sujeto a CUSTF.

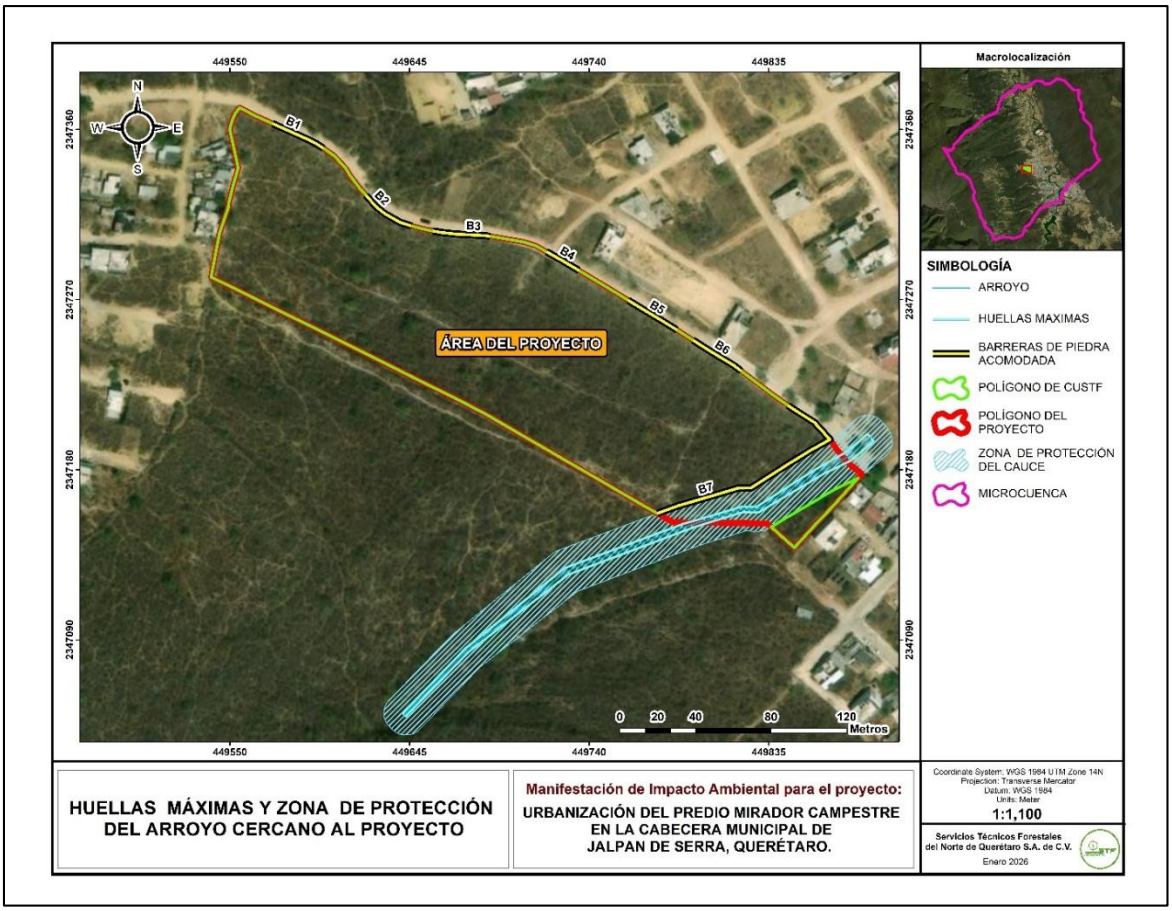



Ilustración 21 Huellas máximas y área de protección del arroyo.

El polígono del proyecto no invade ni interrumpe el área en la que se ha considerado conservar la vegetación y no llevar a cabo la urbanización para proteger el escurrimiento. En consecuencia, esta superficie no forma parte de la superficie solicitada para el CUSTF; así mismo, se prevé que el desarrollo del proyecto no modifique la dinámica de los escurrimientos superficiales ni afecte la calidad o cantidad del agua escurrida. Para tal efecto, se contemplan medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a la protección del recurso hídrico.

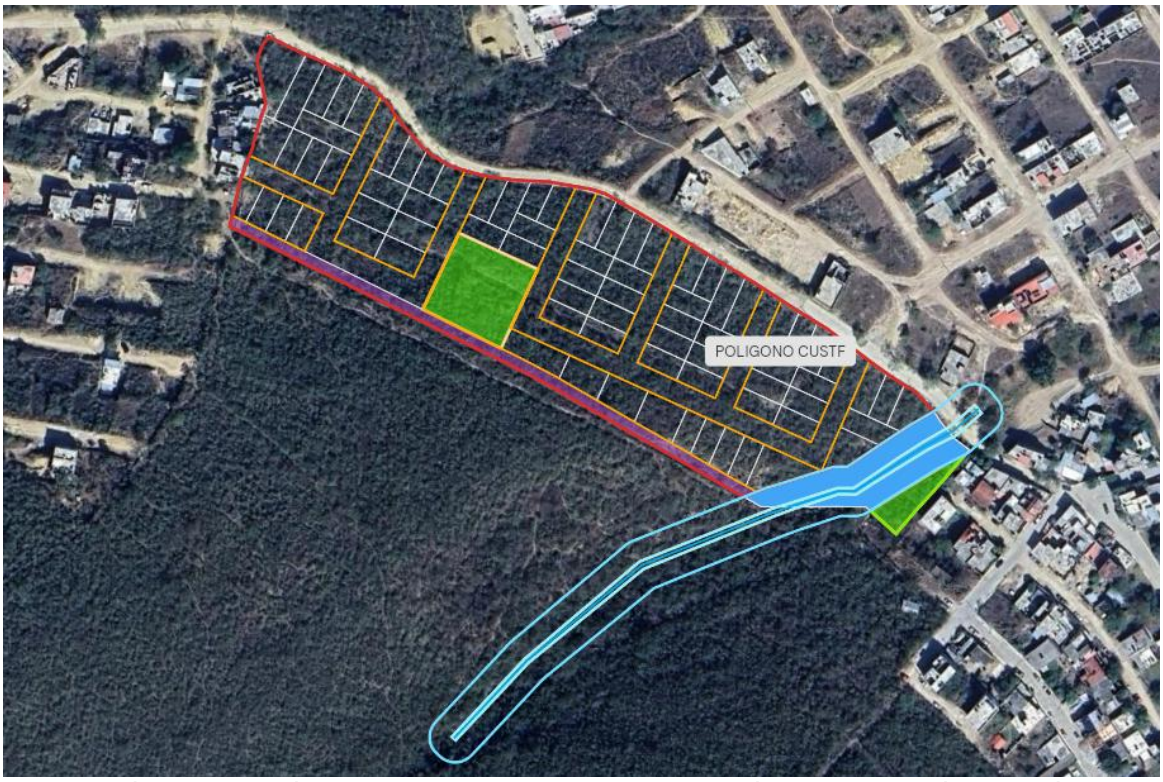



Ilustración 22 Ubicación del proyecto respecto a la delimitación de huellas máximas y áreas de protección del arroyo.

Con base en la opinión técnica emitida por la Comisión Nacional del Agua, se determinó que los terrenos correspondientes al cauce no presentan las características geomorfológicas necesarias para su clasificación como arroyo, por lo que no son sujetos a delimitación como zona federal. No obstante, dichas áreas no se integran dentro de la superficie destinada a urbanización y se mantendrán libres de cualquier tipo de obstrucción o construcción.

No existen en la superficie del proyecto, afloramientos (manantiales), acequias, pozos, cuerpos de agua, bordos o escurrimientos permanentes.

### I.6.6. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Se entiende por infraestructura urbana a las redes por las que se comunican personas y bienes, tales como estructura vial, distribución de agua, drenaje y alcantarillado, electricidad y telefonía. **Las actividades a desarrollar en la superficie del proyecto pretenden su urbanización**.

El proyecto se ubica en la superficie contemplada para urbanización en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, de acuerdo con el polígono de zonificación secundaria del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. Por lo tanto, se encuentra próximo a puntos de conexión de servicios básicos.

### *I.6.6.1. Vías de comunicación*

El acceso se logra por la carretera Federal No. 69 Jalpan – Río Verde, a la altura del km 0+800, teniendo como referencia el parque recreativo ubicado en la colonia Puerto de San Nicolás, para posteriormente tomar la calle Michoacán, en un recorrido de 12 cuadras hasta llegar a la esquina con la calle 24 de Febrero y de ahí se toma el camino ubicado del lado derecho y que conduce a la colonia La Cruz Blanca (Movimiento Social) en un recorrido de aproximadamente 50 metros se llega al predio.

Otro acceso inicia desde la CF 69, a la altura del kilómetro 1.3, se toma calle Monte Everest al costado izquierdo del establecimiento Cervimax, recorriendo una distancia aproximada de 244 metros, incorporarse por la izquierda a la calle San Miguel, por la cual se transita aproximadamente 136 metros; finalmente, a la derecha sobre calle Paraíso se continúa 396 metros hasta llegar a los límites del proyecto.

Una tercera ruta de acceso comienza desde la Carretera Federal 120, sobre la calle Alcantarillas y 24 de febrero rodeando la zona urbana, evitando el ingreso a las colonias aledañas al proyecto.



Ilustración 23 Localización de las principales vías de acceso.

Las calles secundarias al interior del fraccionamiento se realizarán por cuenta del fraccionador.

**Respecto al estudio de impacto vial**. El CUEQ (Art. 16 y 187) señala que son atribuciones del municipio otorgar, previo cumplimiento de los requisitos

establecidos para cada caso, las licencias de construcción y permisos correspondientes para la ejecución de las obras y uso de edificaciones y predios; y que a fin de emitir el dictamen o autorización correspondiente, **la autoridad competente ordenará de ser necesario,** la realización de estudios en materia de protección civil, impacto ambiental, **impacto vial**, así como los que considere pertinentes.

Un estudio de impacto vial es un análisis que evalúa el impacto que las nuevas obras generan en la estructura vial de la ciudad. Este documento analiza y propone medidas de mitigación respecto a los impactos producidos por un proyecto de edificación o urbanización emplazado en el área urbana. También permite determinar la capacidad que debe tener una vialidad para funcionar adecuadamente, para lo cual se debe tener en cuenta: si una zona es habitacional, comercial, industrial u otro uso de suelo; el volumen vehicular de la zona en estudio; el horario de máxima demanda; la identificación de intersecciones y los puntos de conflicto.

Actualmente la zona urbana de Jalpan presenta baja afluencia vehicular debido al tamaño de su población, existiendo un solo semáforo en el acceso a la tienda Bodega Aurrera. Se mantiene el programa 1X1 en toda la ciudad y la participación de la policía como apoyo vial en los cruces de la población estudiantil en las horas pico durante el ciclo escolar; así mismo durante los eventos deportivos, políticos y culturales en los cuales existe una afluencia atípica de vehículos.

Se anexa oficio DU/1737/2023 otorgado por la Subdirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Municipio de Jalpan de Serra, mediante el cual se notifica que dentro de los requisitos del trámite se contempla un dictamen vial, mismo que podrá solicitar a la Subdirección de Desarrollo Urbano para que se determine la accesibilidad del predio; sin embrago, este podrá ser un trámite posterior ya que en la ruta de procedimientos para la urbanización del predio se requiere previamente la obtención de los estudios de impacto ambiental, para solicitar el visto bueno del proyecto de urbanización.

De manera ilustrativa se presentan dos imágenes del simulador de tráfico del CENAPRED, obtenidas en tiempo real en fechas distintas. La primera consulta se realizó el 24 de enero de 2026 a las 10:00 horas aproximadamente, observándose en color verde, condiciones de circulación vehicular fluida. Los puntos de acumulación o espera se localizan en las inmediaciones del crucero de la carretera federal 120 con dirección al centro de Jalpan y sobre la carretera 69, aproximadamente a 450 m antes del mismo crucero en sentido hacia el centro de Jalpan. Dichos puntos se encuentran a una distancia considerable de los accesos al área del proyecto, por lo que no se identifica interacción directa entre las condiciones de tránsito registradas y los ingresos propuestos para el desarrollo.




Ilustración 24 Puntos de concentración del tránsito en las principales vialidades de Jalpan de Serra, Qro. Imagen tomada el día 24 de enero a las 10:00 AM.
Fuente: cenapred cartografía - Bing Mapas




Ilustración 25 Puntos de concentración del tránsito en las principales vialidades de Jalpan de Serra, Qro. Imagen tomada el día 26 de enero a las 08:20 AM.
Fuente: cenapred cartografía - Bing Mapas

La segunda imagen fue captada el 26 de enero del presente año a las 08:20 horas. En ella se identifican dos puntos señalados en color rojo que indican presencia de congestionamiento vehicular; sin embargo, dicha condición no compromete la fluidez del tránsito, tal como se aprecia en las carreteras federales 120 y 69, delimitadas en color verde.

### *I.6.6.2. Servicios disponibles*

Se dispone en la zona urbana del centro de población de Jalpan de Serra de los servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje sanitario, telefonía, televisión por cable, comercios, talleres, servicios educativos y médicos, entre otros.

La evaluación del impacto urbano es el procedimiento a través del cual la autoridad municipal analizará las externalidades e impactos que genera una obra o proyecto que, por su proceso constructivo, funcionamiento o magnitud rebase la capacidad de la infraestructura, los servicios públicos o los equipamientos urbanos preexistentes**.** Se construirá, por cuenta del fraccionador, la infraestructura necesaria, dejándolos disponibles frente a los lotes del fraccionamiento. Se solicita a los organismos operadores la factibilidad de los servicios de drenaje sanitario, agua potable y luz eléctrica.
Se anexa formato con número de folio 000296 de fecha de 19 de marzo de 2026 mediante el cual se solicitó el Informe Técnico de Incorporación a la Comisión Estatal del Agua (CEA), ssobre la prestación de los servicios de agua potable y drenaje sanitario; así como las recomendaciones de las obras de regulación pluvial y puntos de conexión correspondientes que tenga a bien señalar el organismo operador, a realizarse a cargo del fraccionador.

Se presenta acuse de solicitud con fecha del 14 de abril de 2026, mediante el cual se solicita a la CFE la factibilidad para suministrar el servicio de energía electrica bajo el régimen de aportaciones a cargo del fraccionador, para servicio en Fraccionamiento Mirador Campestre.

Se anexan planos correspondientes a la infraestructura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y el plano de distribución de popstes para la electrificación.

**Infraestructura pluvial**

Actualmente el manejo de las aguas pluviales captadas por las viviendas del centro de población, son expulsadas hacia las vialidades y estas por desnivel escurren sobre la superficie de las calles hacia las partes bajas, hasta interceptar con escurrimientos naturales e incorporándose al escurrimiento principal (Río Jalpan).

Al respecto, la CEA en los informes técnicos de incorporación señala si es necesaria la construcción de este tipo de infraestructura por cuenta del fracccionador. Se ingresa el támite correspondiente.

Se presenta en la siguiente imagen la dirección de los escurrimientos pluviales que se tienen deacuerdo con el relieve, en la superficie del proyecto y sus colindancias: se obtuvo con empleando el modelo digital de elevación. La dirección de las flechas de cada color en la imagen, indican la trayectoria que tiene el agua captada en la superficie del proyecto.

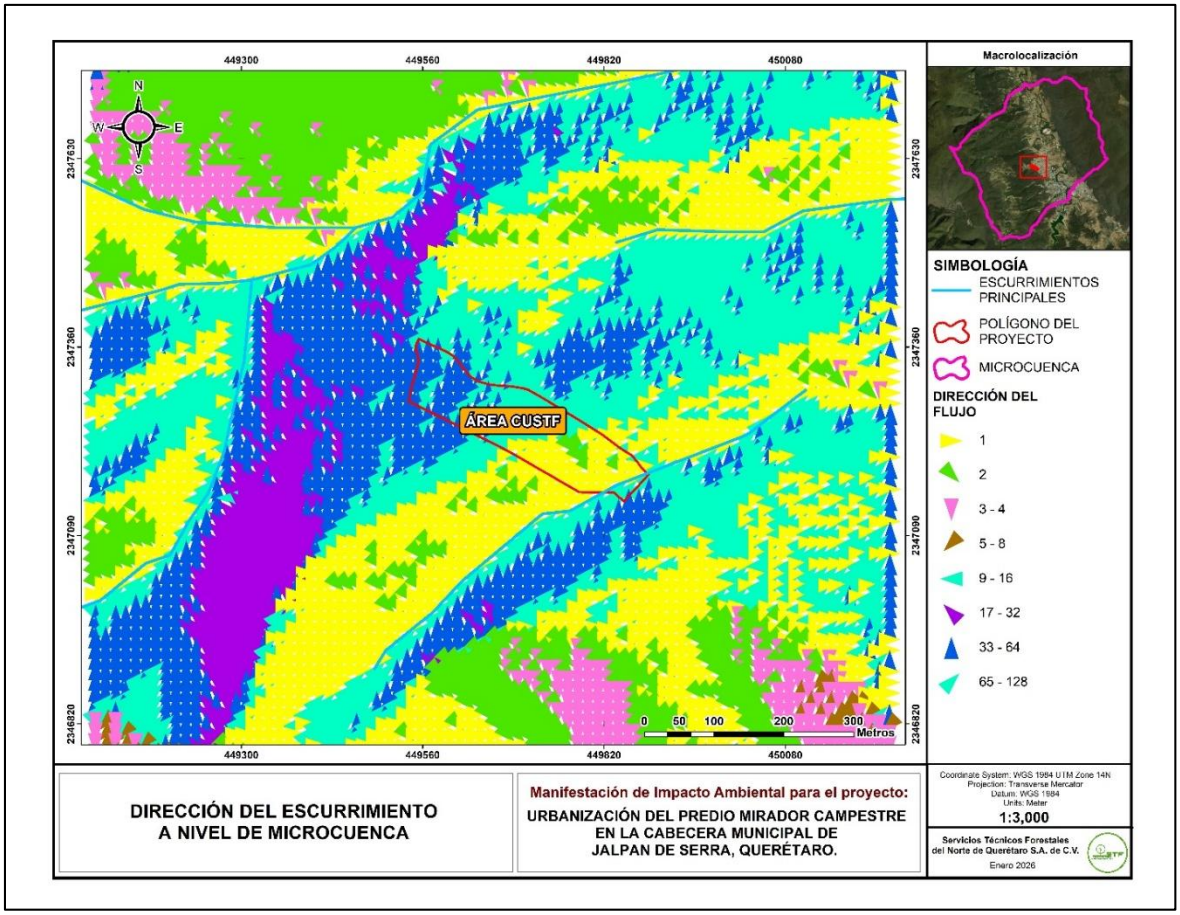



Ilustración 26 Direcciones del flujo del escurrimiento laminar en la superficie del proyecto y sus colindancias.

Los escurrimientos se conducen en forma laminar sobre las vialidades de la zona urbana y descargan en los escurrimientos naturales a cielo abierto.

En la siguiente imagen, se indica la trayectoria para desalojar las aguas pluviales de forma laminar fuera del área del fraccionamiento.

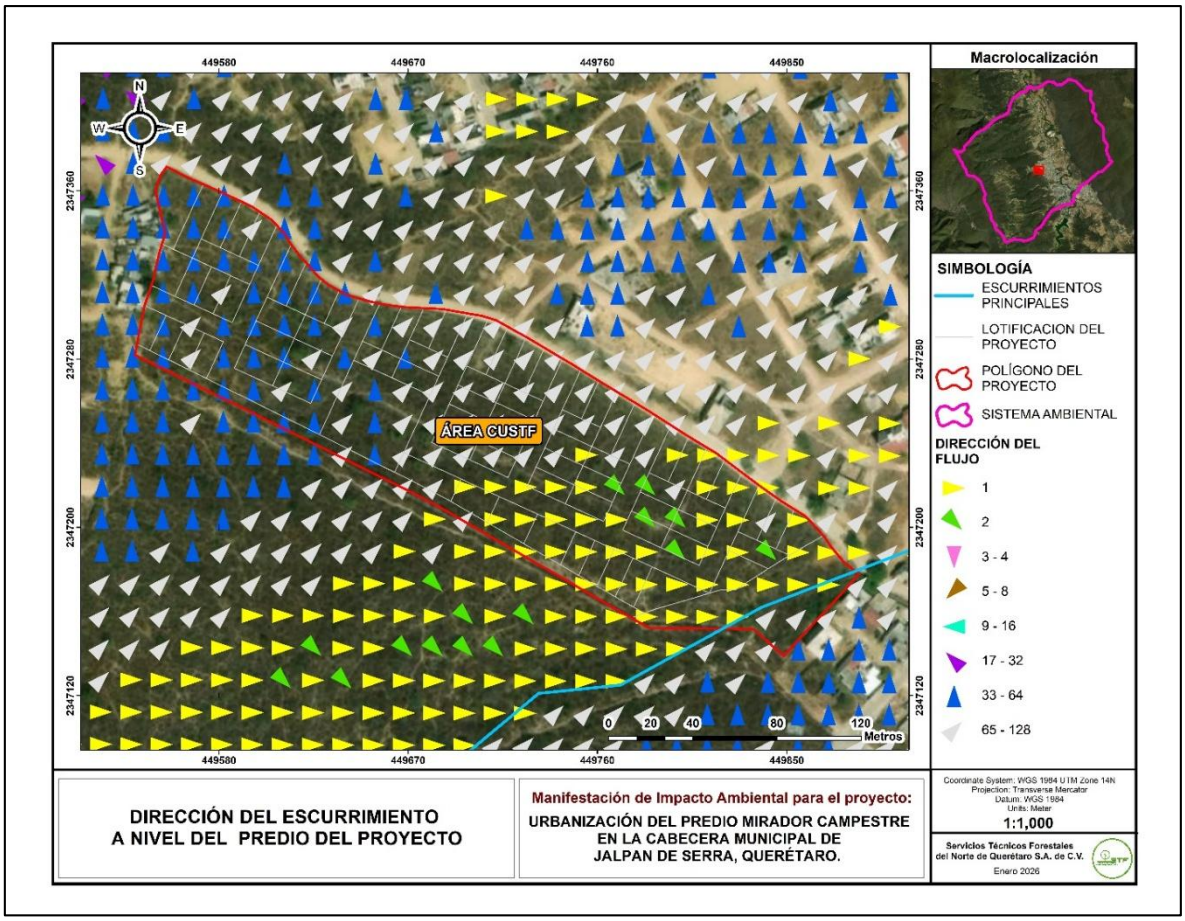



Ilustración 27 Direcciones del flujo del escurrimiento laminar sobre el predio del proyecto y fuera del mismo.

Con el proyecto, se separarán las aguas pluviales de las aguas residuales sanitarias; preferentemente para ser captadas para su uso o drenarlas en el área de absorción del lote (área verde) para su infiltración. Se dará a las calles el bombeo y la pendiente correspondiente para dirigir las aguas pluviales captadas, hacia el escurrimiento natural, regulandolas para evitar desbordamientos e inundaciones en las partes bajas.

## Drenaje sanitario

Las descargas sanitarias se llevarán a cabo hacia la infraestructura existente en las proximidades del fraccionamiento conforme a los puntos de conexión que establezca la CEA, a fin de conducirlas al colector municipal, por gravedad, sin necesidad de realizar la construcción de cárcamos en el predio o fuera de él.

Durante la operación se tomarán en cuenta las disposiciones del **Reglamento para el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado del Estado de Querétaro,** evitando descargar sustancias

contaminantes, residuos peligrosos, etc.; así mismo se vigilará por parte de la CEA su respectivo funcionamiento evitando derrames hacia la vía pública.

**El proyecto es de tipo habitacional**; no se trata de una empresa o negoció que genere una alta concentración de materia orgánica o residuos industriales. De acuerdo con el PDUCPJS, la capacidad mínima de alcantarillado será del 80% de la dotación de agua potable. En este sentido, **el gasto medio diario promedio anual de aguas residuales vertidas al alcantarillado de drenaje sanitario** se estima en **0.87 lts. por segundo**. La PTAR hasta el momento tiene la capacidad de tratar los efluentes de este y otros proyectos que se estén llevando a cabo en la zona; hasta que el organismo operador (CEA) en función de sus atribuciones restrinja o condicione la factibilidad del servicio cuando este se acerque o se encuentre en el límite de su capacidad; además se ha anunciado la inversión estatal para la PTAR Jalpan; por lo tanto, dentro del fraccionamiento o fuera de él, no se contempla la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) a cargo del fraccionador.

### Agua potable

La red de agua potable de igual manera es un deber del fraccionador llevar a cabo su construcción, para lo cual se introducirá la infraestructura en las vialidades, dejándola disponible y operando para que cada vivienda realice su conexión, previo contrato con el organismo operador (CEA) quien suministrará el agua y llevará a cabo el cobro de las cuotas correspondientes a los propietarios en función del consumo registrado en cada vivienda.

### Luz eléctrica

Para la red de energía eléctrica el fraccionador llevará a cabo el hincado de postes conforme al proyecto (se anexa plano), realizando el pago correspondiente al organismo operador (CFE), para que este realice la conexión correspondiente. La vestidura del poste herrajes, aislantes, cortacircuitos, cableado y transformador será instalado por la CFE o por un tercero a cuenta del fraccionador. Energizada la línea estará en operación y disponible para que la CFE realice la bajada a cada vivienda previo contrato con su propietario y el cobro del servicio en función del consumo registrado en el medidor de cada vivienda.

### Telefonía y servicios digitales

La conexión a los servicios de telefonía y digitales serán a gusto de cada propietario de la vivienda y, tanto la infraestructura como su operación, son atribuciones de las empresas que se encuentren establecidas y cuenten con los permisos correspondientes.

### Recolección y confinamiento de residuos

En materia de **residuos sólidos urbanos**, el municipio de Jalpan de Serra lleva a cabo la tarea de gestión de los residuos mediante el servicio de limpia municipal y dispone del relleno sanitario municipal para la separación, valorización y disposición

final. Durante la vigencia del proyecto se llevará a cabo, la separación de residuos por tipo y su traslado al relleno sanitario municipal.

Durante la operación será responsabilidad del fraccionador llevar a cabo su recolección hasta la entrega del fraccionamiento a la autoridad municipal.

Los habitantes del fraccionamiento deberán cumplir **Reglamento de servicios públicos del municipio de Jalpan de Serra, Qro.**, y las obligaciones señaladas en el **Reglamento de manejo integral de residuos sólidos urbanos** para el municipio de Jalpan de Serra, Qro., al cual se apegarán las actividades de operación y mantenimiento del fraccionamiento a las que les sea aplicable.

**Otros servicios**

En el área de estudio se localizan casas comerciales para la venta de materiales de construcción, personas físicas o morales constructoras, el arrendamiento de maquinaria, pipas de agua, equipos de construcción y vehículos de trasporte, el manejo de residuos sanitarios y residuos peligrosos que sean generados por el proyecto. Así mismo, se cuenta con bancos de materiales de préstamo y tiro. Se cuenta, además, con clínicas y hospitales para la atención de los trabajadores en caso de accidentes laborales.

### *I.6.6.3. Servicios requeridos*

La venta de lotes para la construcción progresiva de viviendas, procederá a la par de la instalación de los servicios básicos de agua potable, drenaje y red de energía eléctrica al interior del fraccionamiento; durante los primeros 3 años se tiene programada su instalación conexión y operación.

Para llevar a cabo la venta de lotes se prevé que estos se encuentren libres de vegetación que permitan su delimitación topográfica y los adquirientes puedan seleccionarlos en función de su ubicación y apreciar la extensión de su superficie. Las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales (desmonte) se llevarán a cabo conforme a lo descrito en el apartado correspondiente y establecido en el resolutivo en materia de CUSTF, una vez contando con las autorizaciones previas, correspondientes.

Una vez liberada la superficie se dará inicio a la apertura de vialidades e introducción de la infraestructura de servicios, a la par se continuará con el rescate de vegetación y desmonte al interior de los lotes hasta concluirlo en el periodo previsto.

Se pretende emplear un espacio provisionalmente para la instalación de una bodega de materiales, el resguardo de maquinaria, la instalación de sanitarios y los recipientes para el control de residuos, así como para controlar el acceso al predio. Este espacio no se constituye como campamento debido a que no se habilitarán

comedores ni dormitorios; sin embargo, podrá permanecer un velador para el resguardo del equipo y herramientas.

**El Municipio condiciona la autorización para la subdivisión de lotes a la introducción de la infraestructura básica necesaria (líneas principales), para los servicios de agua potable y drenaje sanitario**.

La venta de lotes se realizará en secciones, en los términos que señala el Código Urbano, a fin de capitalizar el proyecto para la ejecución de las obras y atención a las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental. Cabe señalar que la venta de lotes no implica la construcción inmediata de viviendas, ya que estas deberán ser autorizadas previamente por el municipio cuando se haya proveído la infraestructura de servicios básicos en la calle a donde serán conectados, siendo un requisito del trámite, por lo que ninguna vivienda podrá ser habitada si no se encuentra conectada a los servicios básicos y estos se encuentren en funcionamiento.

**Todos los lotes contarán con infraestructura de servicios disponible en la vialidad con la que colindan**, **para que lleven a cabo la conexión a los servicios antes de habitar la vivienda**, de este modo **ningún lote quedará exento de disponer de los servicios básicos de operación y ninguna vivienda podrá ser habitada si no se encuentra conectada a los servicios y en operación**.

Se llevará a cabo la instalación de la red eléctrica aérea, mediante el hincado de postes de concreto en los márgenes de las vialidades (área de banquetas), vestidos con herrajes, aislantes, cable y transformadores; retenidas en los puntos que señale el organismo operador.

Finalmente, cuando se hayan realizado las visitas de verificación y aceptación de las obras de infraestructura por parte de los organismos operadores, se hayan conectado a la infraestructura municipal y se encuentren funcionando; entonces, se llevará a cabo la pavimentación de calles y banquetas.

## I.7. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la subdivisión del predio en **78 lotes para su venta**, destinados a la construcción de **78 viviendas unifamiliares** de forma progresiva tipo residencial; realizando las siguientes actividades:

### I.7.1. PREPARACIÓN DEL SITIO

**Desmonte (CUSTF).** Eliminación de la cubierta vegetal del predio, que comprende el derribo de especies arbóreas y el cegado de especies arbustivas y herbáceas, dejando aproximadamente un 6.92% para áreas verdes, así como 48 ejemplares arbóreos aislados con la finalidad de que sean integrados por los propietarios en las áreas verdes de los lotes, conforme a los diseños y espacios considerados para la construcción de sus viviendas, establecido en el contrato de compraventa para garantizar su conservación.

**Despalme**. Limpia y preparación del terreno cortando la primera capa en la superficie a ocupar con las calles, el mantillo se empleará mayormente para enriquecer las superficies de las áreas verdes, los excedentes se enviarán a un banco de tiro. La capa de suelo superficial después de haber retirado el mantillo, será cortada y el material acarreado al banco de tiro.

### I.7.2. CONSTRUCCIÓN

**Trazo**. Consiste en la delimitación de los lotes, vialidades y superficies para la introducción de los servicios básicos (agua, drenaje sanitario y luz eléctrica) empleando estacas, cal y cintas, conforme a los planos autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Jalpan de Serra.

**Cortes y relleno de vialidades**. – Apertura y conformación de las vialidades internas, compensando los materiales de corte en rellenos compactados, trasladando los excedentes y materiales no útiles a un banco de tiro autorizado.

**Nivelación y compactación de vialidades.** – Nivelación y adecuada compactación en capas, para la formación de la rasante (nivel de terminación conforme al proyecto), dejando el bombeo al centro de la vialidad.

**Drenaje sanitario**. - Se instalará la tubería general de 12 pulgadas al centro de las calles para que puedan conectarse cada uno de los lotes a la red de drenaje y esta a su vez a los puntos de conexión señalados por la CEA para conducción de las aguas residuales sanitarias del fraccionamiento hacia la planta de tratamiento (PTAR) municipal. El diseño y nivelación de esta infraestructura permite enviar las descargas sanitarias por gravedad, evitando la construcción de cárcamos. Su construcción se llevará a cabo conforme a las especificaciones de la CEA.

**Agua potable**. - Se instalará la red de agua potable del proyecto al centro de la calle conforme a los lineamientos de la CEA, se conectará a la red de distribución municipal. Cada lote pueda instalará su toma de agua, empleando los materiales y especificaciones señalados por la CEA. Las tomas domiciliarias se llevarán a cabo mediante contratos individuales de cada propietario del lote, con el organismo operador, para la instalación de la toma y medidor correspondiente. El suministro de agua potable a la zona urbana de Jalpan la lleva a cabo la CEA, responsable de la administración y operación de las fuentes de abasto, obras de toma, infraestructura de conducción, potabilización, almacenamiento y red de distribución.

**Luz eléctrica**. - Se abastecerá por medio de cableado aéreo en postes de concreto, según las especificaciones de la CFE. Parte de esta infraestructura la integran las lámparas para el alumbrado público y la instalación del transformador, desde el punto de conexión que establezca la CFE. Para suministrar electricidad a cada vivienda, el propoietario celebrará el contrato y cumplirá las especificaciones de la CFE, para la instalación de la acometida.

**Pavimentación de calles y banquetas.** – una vez concluida la infraestructura de servicios básicos y la aprobación del organismo operador, se llevará a cabo la pavimentación de las calles y banquetas, condierando dar aviso a los propietarios para la previa instalación de tomas en cada uno de los lotes.

La pavimentación de calles consistirá en (piedra bola y entrecalle de concreto). Hacia ambos lados de las calles se contempla la construcción de banqueta de concreto de 8 cm de espesor y 1.00 metros de ancho, Incluye guarnición de 20 cm de ancho y 40 cm de altura (15cm de altura libre a partir del nivel de pavimento terminado de la calzada).

**Construcción progresiva de viviendas. –** se llevará a cabo por parte de los propietarios, a su gusto y presupuesto, conectadas a los servicios en funcionamiento antes de ser habitadas; los coeficientes de construcción y especificaciones serán revisados y avalados por la autoridad municipal conforme a los requisitos que los propietarios deben presentar para obtebner las licencias de construcción correspondeintes. En general la cosntrucción consiste en la siguiente metodología.

**Construcción de obra civil:** La construcción de viviendas, dependiendo del diseño y los materiales empleados en estas, trae consigo diferentes fases y constituyen procesos de edificación diferentes. Principales fases a seguir:

- **Preparación del terreno y cimentación.** Considerando que durante el desmonte no se dejará el terreno completamente limpio, para prevenir su erosión; esta actividad consiste en limpiar el terreno, en la superficie de construcción, retirando todo tipo de material que no pueda ser empleado en el relleno de superficies; empleándolo en las áreas verdes y jardineras del

predio. Se lleva a cabo la alineación para el trazo, marcando con cal en el suelo para delimitar la excavación de cepas de cimentación, a realizarse con herramientas manuales o máquina.

- **Estructura de obra gruesa.** En las cepas afinadas, se lleva a cabo el mamposteo o el armado de acero estructural y de refuerzo en zapatas aisladas o corridas, dados y cadenas de desplante; integrando en el armado las columnas y castillos que darán soporte a las paredes y lozas de la vivienda; se realiza la construcción de plantillas, introducción del acero, cimbra y colado con concreto. Se continua con el levantamiento de muros exteriores e interiores de la vivienda dejando el espacio de ventanas y puertas; cimbra y colado de castillos y columnas, trabes de cerramiento, enrases, cimbra y colado de losas. Repitiendo el proceso desde el levantamiento de muros en cada nivel que se tenga contemplado realizar respetando la normatividad respecto a las alturas permitidas y los metros cuadrados de construcción. Se considera la introducción de ductos para las instalaciones que van ocultas en los concretos.

- **Instalación de plomería, sistemas eléctricos y ventilación.** Se lleva a cabo la introducción de ductos en pisos y paredes para la red eléctrica, drenaje sanitario al interior de la vivienda y hasta el límite del predio para realizar la conexión al sistema de agua potable y drenaje. Trabajos de plomería para habilitar las instalaciones en los diferentes servicios que se tengan contemplados (sanitarios, cocina, lavadero, etc.). Se realizan las pruebas de hermeticidad y funcionamiento.

- **Instalación del aislamiento.** Se llevan a cabo los aplanados para el recubrimiento exterior de la vivienda, los aplanados interiores o la instalación de láminas de yeso y texturas. Se construye el piso firme de la vivienda y acabados.

- **Detalles exteriores.** Se realizan los elementos como el soporte y protección para tinacos, corredores y pasillos, recubrimiento de estacionamiento, barda perimetral, acometida de luz, etc.

- **Revestimientos para pisos y encimeras.** Se llevan a cabo los trabajos con cerámica u otro tipo de materiales para los acabados en baños, cocina y pisos. La instalación de los muebles de baño, accesorios, coladeras, llaves de los sistemas hidráulico, gas y agua, así como el cableado eléctrico.

- **Acabados.** Se llevan a cabo trabajos de impermeabilización, pintura interior y exterior, colocación de puertas, ventanas barandales, portones etc. trabajos de jardinería y limpieza general.

Durante la construcción de viviendas se emplea personal y equipos menores como revolvedoras de un saco, compactadores manuales, taladros, roto martillos, cortadores de concreto y madera, generadores de ruidos y vibraciones de poca intensidad y duración; los residuos generados serán cargados y trasladados cubiertos y a baja velocidad en camionetas o camión de volteo a sitios de reciclaje y banco de tiro.

Las actividades de construcción de vivienda y sus impactos se encuentran regulados por la autoridad municipal mediante el Reglamento de construcción. La vigilancia en el cumplimiento de las normas y lineamientos de construcción de las viviendas son atribuciones de la autoridad municipal; durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto el fraccionador colaborará con la autoridad en vigilar su cumplimiento.

**Conexión y uso de los servicios públicos:**

- **Conexión de la vivienda al abasto de agua potable.** Preferentemente al inicio del proceso de construcción de la vivienda, se realizará el contrato con la CEA para el abasto de agua potable residencial y esta realice la conexión del servicio desde la infraestructura existente en la vialidad frente al lote, colocando manguera y los instrumentos de medición para el cobro del servicio. El suministro y adecuado funcionamiento del sistema será atribución de la CEA.

- **Conexión de la vivienda a la red de drenaje.** La descarga domiciliaria o "albañal exterior", es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. Se realizará a cargo de cada propietario del lote, previo permiso municipal.

En ambas conexiones Agua y Drenaje sanitario, las excavaciones se realizan de manera manual evitando daños a la infraestructura primaria, rellenando y compactando con los materiales excavados.

- **Conexión de la vivienda a la energía eléctrica.** Se llevará a cabo la construcción de la acometida en cada vivienda, con las especificaciones de la CFE quien realizará, previo contrato con el propietario de la vivienda, la conexión desde el poste más cercano (a 35 m de distancia o menos), colocará el medidor en la acometida para el registro de consumo y el cobro de cuotas.

**Acondicionamiento de áreas verdes. –** Se contempló la superficie de áreas verdes en el CUSTF, debido a que se llevarán a cabo intervenciones minimas pero con el objeto de mejorar las caracteristicas de estas áreas, como el retriro de

residuos, mejoramiento del suelo, retiro de vegetación muerta y sanemaiento; tomando en cuenta que las áreas verdes en ambientes urbanos tienen funciones específicas en la calidad de vida de los habitantes. Las áreas verdes serán donadas a la autoridad municipal.

Los lineamientos y obligaciones a los que se apega el proyecto en materia urbana los esclarece el Código Urbano del Estado de Querétaro, de la siguiente manera:

- El desarrollo inmobiliario bajo la **modalidad de fraccionamiento**, estará compuesto de la superficie vendible y de las calles que conformarán las vías públicas, así como la transmisión a título gratuito de la superficie para equipamiento urbano y cualquier otra condicionante que lo restrinja o límite. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15).
- La superficie de donación, entregada al Municipio de conformidad con el Código Urbano, será empleada para destinarla a áreas verdes y para la construcción de infraestructura para el beneficio social (áreas recreativas, de servicios, salud, educación, etc.).

- Como ya fue mencionado, se considera por parte de las autoridades (RBSG y DDUOT), configurar la superficie de donación a la que se refiere el CUEQ, únicamente en superficie de áreas verdes.

En relación al proyecto que se pretende, en urbanismo **los tipos de fraccionamientos se clasifican de acuerdo a lo siguiente:**

- Habitacional: para uso exclusivo de vivienda.
- Especiales: para otros fines como recreación, granjas, actividades comerciales o industriales.
- **Abierto: sin barreras físicas ni acceso restringido, generalmente con viviendas unifamiliares.**
- Cerrado: delimitado por bardas, con acceso controlado y un entorno seguro.
- Horizontal: Aquí las viviendas se construyen en el mismo nivel del terreno. Suelen tener vías públicas internas y áreas verdes compartidas.
- Vertical o en condominio: se caracteriza por la construcción de edificios de varios pisos, en los cuales se encuentran las unidades habitacionales (departamentos) que se venden a particulares.

En términos urbanísticos**,** una colonia es una subdivisión o área geográfica que se establece dentro de una ciudad o municipio. Una colonia no está necesariamente planificada como un conjunto coherente, y puede tener una variedad de usos de suelo, como actividades comerciales e industriales.
Se emplea el término **FRACCIONAMIENTO HABITACIONAL**, para designar al proyecto, porque es **exclusivo para vivienda**; de acuerdo con la lista anterior es un **fraccionamiento abierto** ya que no corresponde al tipo “privado” el cual se encuentra bardeado en su totalidad, con caseta y guardias de seguridad para el

control de acceso. En la cabecera municipal de Jalpan de Serra no existen fraccionamientos de ese tipo.

Por lo tanto, el **fraccionamiento habitacional** que se propone es (**abierto**), tendrá acceso libre por tres vialidades. En tal sentido, **no se contempla estacionamiento para visitantes** ya que cada vivienda dispondrá del espacio para estacionamiento integrándolo al diseño arquitectónico que cada adquiriente presente ante la autoridad municipal para solicitar la licencia de construcción y al tratarse de **vivienda unifamiliar** no se contemplan mayor número de personas por unidad de superficie.

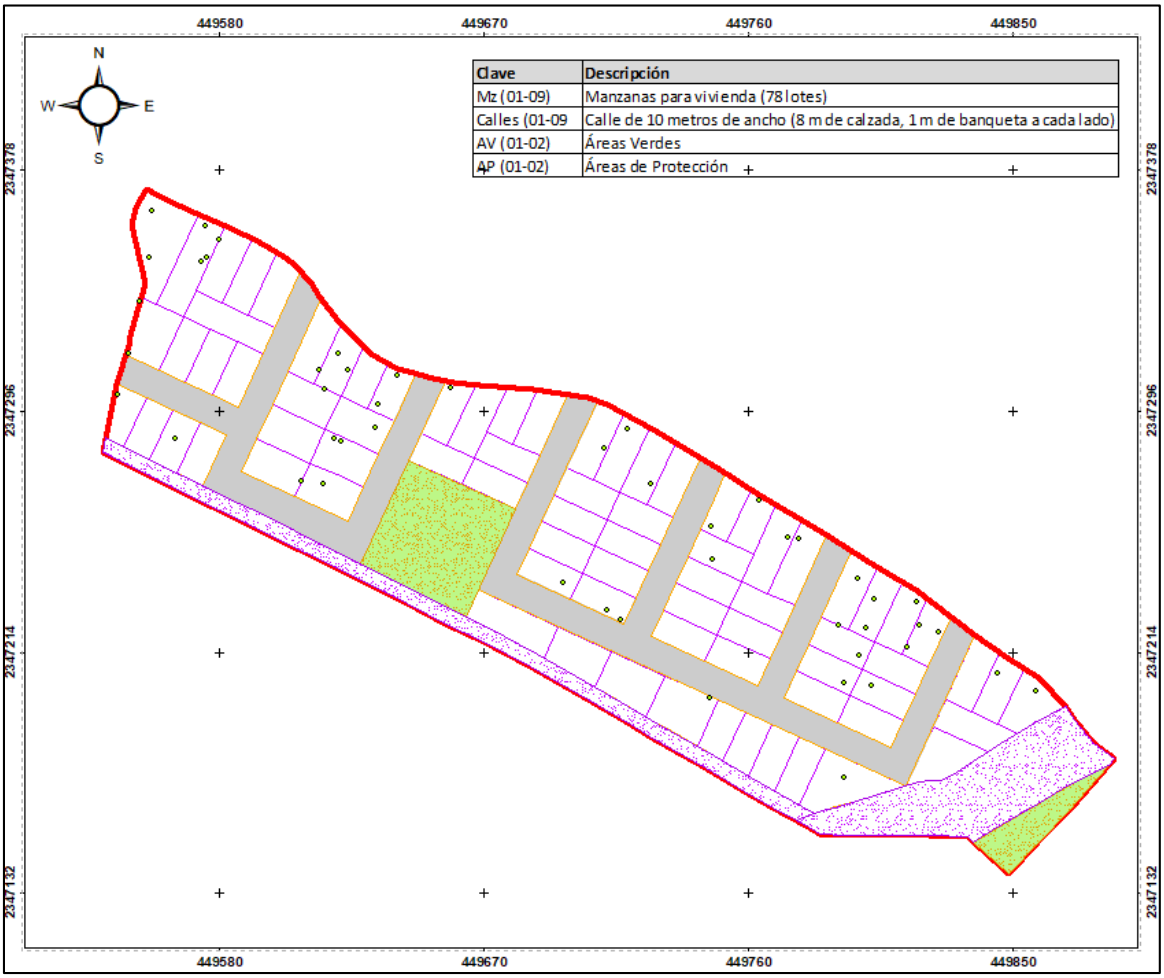


Ilustración 28 Detalle de la distribución de espacios (Lotificación y áreas del proyecto)

### I.7.3. Operación y mantenimiento

Al concluir la infraestructura de los servicios en los primeros 3 años del proyecto, será conectada a la red municipal y entrará en operación para abastecer a las viviendas que se vayan construyendo. Las actividades de operación y mantenimiento del fraccionamiento consistirán en lo siguiente:

**Circulación vehicular y peatonal. -** Con la ocupación de viviendas llegarán los habitantes al fraccionamiento, utilizarán la vivienda para la convivencia familiar, realizando actividades propias de un hogar. Emplearán las calles del fraccionamiento para entrar y salir de sus hogares a realizar las actividades cotidianas, ya sea a pie o en vehículo. Por reglamento se contempla que cada predio debe contar con al menos un cajón de estacionamiento, regulando el estacionamiento de vehículos en las calles y efectuando la circulación a baja velocidad.

**Consumo de agua potable y consumo de energía eléctrica. -** Cada vivienda contará con el contrato respectivo para el uso de los servicios básicos, realizando el pago correspondiente en los plazos que establecen los organismos operadores (CEA y CFE).

**Descarga de aguas residuales. -** Ninguna vivienda podrá ser habitada si no cuenta con la conexión respectiva al agua potable y drenaje sanitario. Se atenderá el Reglamento para el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado del Estado de Querétaro, evitando descargar sustancias contaminantes, residuos peligrosos, etc. así mismo vigilará su respectivo funcionamiento evitando derrames hacia la vía pública.

**Generación de residuos sólidos urbanos. -** Los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en las viviendas, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, productos que se consumen y sus envases, embalajes o empaques; además de los residuos que provienen de cualquier otra actividad o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, serán separados y entregados al relleno sanitario municipal para reciclaje y disposición final a través del servicio de limpia municipal.

**Mantenimiento de servicios y espacios urbanos. -** El mantenimiento de la infraestructura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario será responsabilidad del fraccionador hasta realizar la entrega del fraccionamiento a la autoridad municipal, como lo señala el Reglamento de construcción. Se tiene previsto la limpieza previa a su puesta en operación, la vigilancia para detectar fugas de manera oportuna y la supervisión de las actividades de conexión de los usuarios. Durante la operación, la CFE en función de su programación ordenará la revisión de la línea al interior del fraccionamiento, practicando en caso necesario la poda del arbolado que interfiera con el cableado, para mantener la línea en buenas condiciones. El suministro constante y la atención de fallas serán atribuciones de la CFE. Durante la operación del proyecto se mantendrán libres de residuos las calles, hasta su entrega al municipio. Se llevarán a cabo las obligaciones de los usuarios señaladas en el Reglamento de servicios públicos, para su buen uso, cuidado y reportes correspondientes.

## I.8. ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

### I.8.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Los estudios topográficos determinan el relieve y conformación de la superficie del predio; son la base para la consideración de las pendientes en la apertura de vialidades.

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico para el diseño de las manzanas y la distribución de lotes. Así mismo, este estudio permite determinar el nivel al que se encuentra la infraestructura de servicios existente a donde se conectarán las redes del fraccionamiento.

En relación a la topografía del predio, en los criterios predominantes para la determinación de la **Zonificación primaria** señalados en el apartado de **Aptitud Territorial** del PDUCPJS, se tiene lo siguiente:

1) *La topografía de la zona de estudio permite identificar y descartar las zonas accidentadas o abruptas, consideradas para la aplicación de cierto tipo de agricultura, ganadería o para el desarrollo urbano. Las pendientes del terreno permiten identificar áreas con diferentes grados y usos.*

   *De acuerdo a estudios en planeación del territorio, se considera que las pendientes más apropiadas son las que tienen las siguientes indicaciones:*

   - *De 0 a 5% considerada como ideal porque no presenta problemas en cuanto al tendido de redes de drenaje, vialidades y construcciones en general.*
   - *De 5 a 10 % Considerada como buena, ya que no repercute en los costos de urbanización.*
   - *De 10 a 15 % considerada como regular, ya que se tiene dificultad en el tendido de redes, y en general en implementación de equipamientos e infraestructura.*
   - *De 15 % a más, se considera como inaceptable, ya que dificulta una estructura urbana adecuada, además de que eleva los costos de urbanización. Las zonas con este grado de pendientes, tienen capacidad para el desarrollo de áreas verdes para la recreación y/o conservación natural de los ecosistemas, donde la actividad agrícola sea nula y exista vida silvestre.*

La descripción del PDUCPJS, señala que **se considera** como inaceptable, en el caso de pendientes superiores al 15%**;** por lo tanto, se refiere a que se reflexionan o meditan; no se trata de una regla normativa prohibitiva. Con la finalidad de establecer una zonificación en el PDUCPJS se tomaron en cuenta además de las pendientes otros elementos como son: el tipo de suelo, la geología, la susceptibilidad de riesgos, para definir las superficies de **uso urbano**, tomando en cuenta que en la región predominan pendientes superiores al 15% y que se requería

disponer de superficies para el crecimiento urbano, ubicando estas en sitios **aceptables**. Por ello se tiene que en el PDUCPJS se establecieron áreas para el desarrollo Urbano en pendientes superiores al 15%, fuera de zonas de riesgo consideradas por el Comité de Desarrollo Urbano, mismas que fueron avaladas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Gobierno del Estado, y dependencias Federales y Estatales participanetes responsables de su elaboración, publicación, registro y aplicación.

El PDUCPJS refiere a las pendientes superiores como inaceptable debido a que *eleva los costos de urbanización;* sin embargo, los costos de urbanización de este proyecto son absorbidos por el fraccionador mediante la apertura y pavimentación de calles, la introducción de la infraestructura de servicios (agua potable, drenaje sanitario y luz eléctrica.

Las pendientes se consideran relevantes por la probable causa de deslizamiento de la vivienda o del terreno, pero este fenómeno dependerá del tipo de suelo y la geología. Para ello son de mucha ayuda los estudios de geotecnia del lugar.

2) *La edafología permite establecer las capas superficiales de la corteza terrestre, para la definición de zonas idóneas para las prácticas y aprovechamiento en actividades agropecuarias. Existen algunos suelos considerados como problemáticos, ya que presentan ciertas características que dañan notablemente las construcciones; por los posibles desplazamientos, hundimientos, agrietamientos, etc.*
   - *Las áreas marcadas como no aptas para el desarrollo urbano están localizadas en zonas, ya sean con pendientes mayores del 15% o en zonas ampliamente permeables, o en zonas con aptitud para la agricultura y donde las condiciones geológicas son inadecuadas.*

La superficie del proyecto se localiza en un suelo de tipo Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico, presenta una textura fina y **una fase física gravosa**, Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos **suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate**. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo.

De conformidad con esta clasificación, se observa en el Plano de zonificación del PDUCPJS (2003) que toda la superficie donde se localiza el asentamiento humano se encuentra sobre suelos estables. A excepción de los márgenes del río Jalpan que pueden presentar riesgo de inestabilidad de laderas, sin embargo, el proyecto se encuentra bastabte alejado de la zona de riesgo.

### I.8.2. ESTUDIO DE GEOTECNIA

En relación al análisis de riesgos contenido en el PDUCPJS, se presentan las siguientes consideraciones.

1) *La geología tomada como un conjunto de elementos naturales que conforman la corteza terrestre y que son motivo de estudio para el buen aprovechamiento de ellos, considerando también los riesgos que representan algunas estructuras para el desarrollo urbano.*
   - *Con el análisis geológico es posible detectar y limitar zonas de la superficie terrestre que pueden ser aprovechadas principalmente desde el punto de vista de la construcción; así como detectar zonas de riesgos por presencia de fallas, fracturas, zonas inundables, posibles deslizamientos de tierra y rocas, y posibles hundimientos.*
   - *La combinación de las capas geológicas (existencia de materiales pétreos que impidan o limiten la infiltración profunda a los acuíferos), y edafológicas, sirve para establecer zonas con mayor capacidad de infiltración; para evitar la deforestación; permitir la recarga en los mantos acuíferos y no alterar los ciclos hidrológicos de la zona. De esta forma, las zonas donde la infiltración sea alta se consideran inadecuadas para el desarrollo urbano, por la importancia de la recarga de acuíferos.*

Con la definición de áreas aptas y no aptas para el desarrollo urbano, se pueden establecer las bases para definir las zonas de preservación natural, zonas de cultivo, de industria, equipamiento, **vivienda**, etc. En la superficie que comprende el PDUCPJS, no se cuenta con la presencia de fallas o fracturas, por lo que la geología del lugar se considera estable.

Por su parte, el CENAPRED proporciona un panorama general de los niveles de propensión a la inestabilidad de laderas que hay en las diferentes zonas o regiones que componen al municipio, su alcance es con fines estimativos y pretende orientar a las autoridades de Protección Civil y al público en general en la toma de decisiones. En los casos en los que se tenga contemplado construir una obra, una vialidad, una vivienda o un desarrollo habitacional, en o cerca de una ladera, **se deberán realizar estudios puntuales de geotecnia y mecánica de suelos**, así como análisis de estabilidad, que permitan determinar las medidas de prevención y mitigación a implementar en cada caso en particular.

**Para comprobar la estabilidad del suelo donde se pretende la construcción de viviendas, se realizó el estudio geotécnico para determinar la estratigrafía y la capacidad de carga admisible, y hacer las recomendaciones constructivas correspondientes. Se anexa el estudio de geotecnia donde se describe la metodología, resultados y recomendaciones**.

El estudio de mecánica de suelos o geotecnia (anexo) tuvo como objetivos definir las condiciones estratigráficas existentes en el predio, determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales característicos del sitio, llevar a cabo el análisis y diseño geotécnico que permita precisar la capacidad de carga del terreno donde se proyecta el fraccionamiento. Los alcances del estudio geotécnico fueron: la exploración de campo, la ejecución de las pruebas de laboratorio y la elaboración del informe técnico.

Con el objetivo de determinar las condiciones estratigráficas del área de estudio y considerando las características del proyecto, así como los antecedentes geológicos y geotécnicos de la zona, la exploración de campo consistió en un total de cuatro (4) pozos a cielo abierto (PCA); una vez abiertos los pozos, de sus paredes se procedió a obtener muestras de tipo alteradas de los diferentes estratos detectados.

***Excavación de los pozos a cielo abierto****:* Mediante la excavación de los pozos fue posible observar la estratigrafía del sitio, así como inspeccionar los materiales que conforman los diferentes estratos detectados desde la superficie hasta la profundidad máxima de exploración. Los materiales fueron clasificados de acuerdo a sus características macroscópicas de forma visual y al tacto (referencia 4).

*Muestreo alterado:* Se procedió a obtener muestras de tipo alteradas de los diferentes estratos detectados.

*Muestreo de materiales:* Del material extraído en las paredes del pozo 2 se pudo realizar una muestra remoldeada, la cual a su vez se utilizó para realizar una prueba Triaxial no consolidado no drenado (UU) y con esto obtener parámetros mecánicos que se utilizan para el cálculo de la capacidad de carga.

Tomando en cuenta la zona de influencia del fraccionamiento que se proyecta, se procedió a ubicar estratégicamente la exploración geotécnica para obtener una mayor representatividad del sitio. Tal como se representa en la siguiente ilustración.

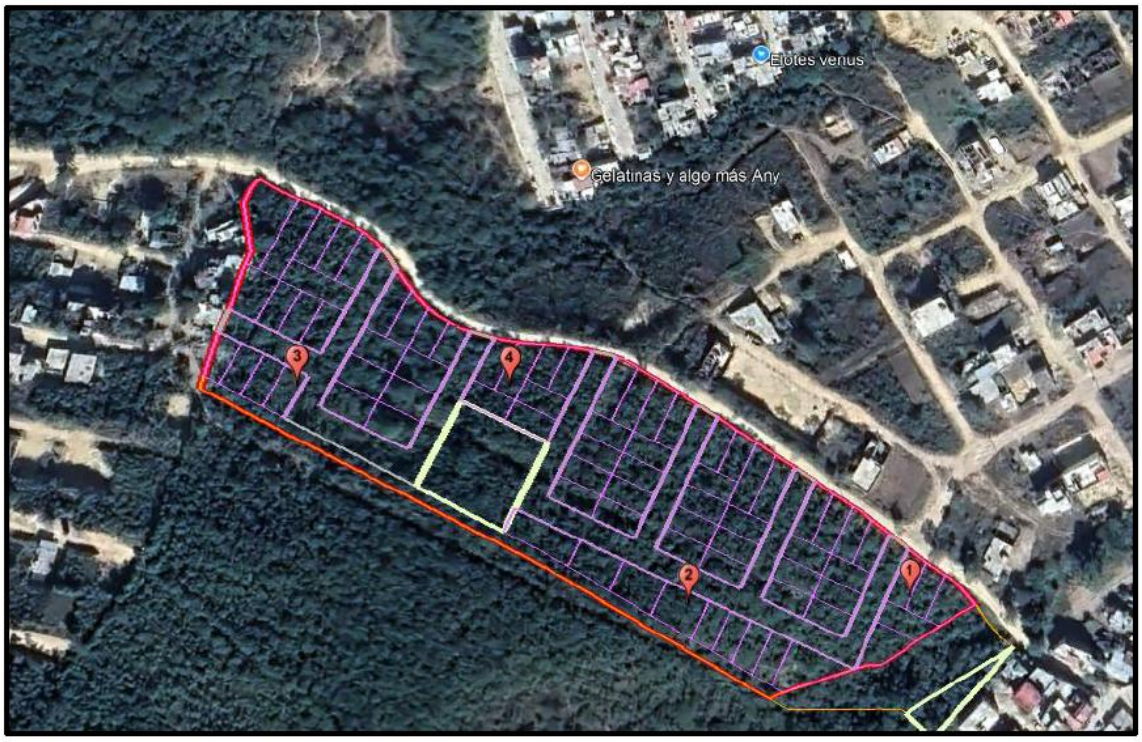



Ilustración 29 Ubicación de la exploración geotécnica y zona de influencia del estudio.

La estratigrafía del sitio es uniforme y de manera general se detectan 2 estratos. El primero está conformado por limos y arenas limosas de color café, de entre 0.10 y 0.20 m de espesor, con materia vegetal, con un contenido de humedad variable de entre 7.68 y 12.78%. Y finalmente un estrato formado por limos y arcillas de baja compresibilidad (ML y CL) color crema, con fragmentos de roca de tamaños variables, en tanto que en el PCA-3 se detecta un segundo y último estrato de lutitas foliadas, muy consolidadas, de color café grisáceas.

Los materiales detectados en todos los sondeos, son los conocidos como Choy, en la zona serrana de Querétaro. Durante la exploración no se detectó el nivel freático.

## Perfiles estratigráficos de los pozos a cielo abierto



| Prof. m. | Simbología | Propiedades |
|---|---|---|
| 0.00 | | |
| 0.20 | | SM, Arena limosa color negro con materia orgánica y con 7.68% de contenido de agua |
| | | CL, Arcilla de baja compresibilidad color crema y boleos de roca caliza y con 5.12% de contenido de agua |
| 2.20 | | |



| Prof. m. | Simbología | Propiedades |
|---|---|---|
| 0.00 | | |
| 0.10 | | SM, Arena limosa color negro con materia orgánica y con 12.78% de contenido de agua |
| | | ML, Limo de baja compresibilidad color crema y boleos de roca caliza y con 7.45% de contenido de agua |
| 2.20 | | |



| Prof. m. | Simbología | Propiedades |
|---|---|---|
| 0.00 | | |
| 0.20 | | SM, Arena limosa color café con materia orgánica y con 9.33% de contenido de agua |
| | | SM, Arena limosa color café (lutitas foliadas) color café, con 9.89% de contenido de agua |
| 1.90 | | |



| Prof. m. | Simbología | Propiedades |
|---|---|---|
| 0.00 | | |
| 0.15 | | SM, Arena limosa color negro con materia orgánica y con 8.23% de contenido de agua |
| | | GC, Grava arcillosa color crema y fragmentos de roca caliza y con 9.09% de contenido de agua |
| 2.00 | | |

En resumen, el **Estudio geotécnico** determinó lo siguiente:

- La estratigrafía del sitio es uniforme y de manera general se detectan 2 estratos. El primero está conformado por limos y arenas limosas de color café de opacidad media con materia orgánica, con un contenido de humedad variable de entre 7.68% y 12.78%, hasta 0.20 m de profundidad. Y el segundo estrato conformado por lutitas foliadas muy consolidadas de color café. En todos los sondeos se detectan materiales muy consolidados lo que limita la excavación dada la alta dureza de los mismos.
- Durante la exploración geotécnica no se detectó nivel freático.
- Basados en los resultados de las pruebas índice y en las excavaciones realizadas: se determinan que en el sitio existen, básicamente, tres tipos de materiales: a) Arena limosa color café; b) Limos y arcillas de baja compresibilidad con fragmentos de roca; y c) Lutitas foliadas, muy consolidadas, de color café grisáceas.
- Dada la naturaleza de los materiales detectados en sitio no fue posible labrar una muestra cúbica inalterada, ni tampoco fue posible realizar una prueba SPT ya que no sería representativa por los fragmentos de roca detectados en los PCA 1, 2 y 4, y tampoco sería representativa para las lutitas detectadas en el PCA-3.
- Por todo lo anterior se procedió a determinar la capacidad de carga por dos diferentes métodos:

  a) A partir de la muestra alterada recuperada del PCA-2 se procedió a realizar una muestra remoldeada con la cual se pudo realizar una prueba Triaxial UU, obteniendo así los parámetros mecánicos necesarios para el análisis de la capacidad de carga. Sin embargo, este resultado es únicamente para los materiales Limos y arcillas de baja compresibilidad con fragmentos de roca que conforman el segundo estrato de los PCA's 1, 2 y 4.

  b) Se procedió a determinar la capacidad de carga por medio bibliografía técnica existente y de uso totalmente válido en el ejercicio profesional de la geotecnia. Dicha capacidad de carga obtenida por medios bibliográficos se obtuvo tanto para los materiales Limos y arcillas de baja compresibilidad con fragmentos de roca de los PCA's 1, 2 y 4, así como para los materiales Lutitas foliadas muy consolidadas del PCA-3.
- La capacidad de carga admisible que se propone para los materiales Limos y arcillas de baja compresibilidad con fragmentos de roca que conforman el segundo estrato en las zonas de los PCA's 1, 2 y 4 es de 30 ton/m2 a partir de 0.40m de profundidad.
- La capacidad de carga admisible que se propone para los materiales Lutitas foliadas que conforman el segundo estrato en la zona del PCA-3 es de 60 ton/m2 a partir de 0.40m de profundidad.
- Los materiales que conforman el terreno natural en el sitio no requieren de mejoramiento alguno. Sin embargo, para el desplante de la cimentación se deberá garantizar la horizontalidad del terreno a partir de 0.40 m de profundidad.

Con lo anterior, **se determinó una capacidad de carga admisible en el terreno de 30 ton/m² con un factor de seguridad de 3.**

Los materiales que conforman el terreno natural en el sitio no requieren de mejoramiento alguno. Sin embargo, para el desplante de la cimentación de mínimo 0.40 m de profundidad, se garantizará la horizontalidad del terreno.

De conformidad con las características del suelo este podrá emplearse en el relleno y compactación de superficies reduciendo la cantidad de material a trasladarse y depositarse en el banco de tiro.

En general una casa promedio (250 $m^2$ de construcción), como las que se plantea en cada lote del proyecto, pesa 1.8 ton /$m^2$. Los ensayes de compresión simple determinan la capacidad de carga admisible en el terreno. El estudio de geotecnia determinó una capacidad admisible de 30 ton/m² con un factor de seguridad de 3; por lo tanto, se estima que el suelo en la superficie del proyecto soporta cargas muy superiores al peso que se colocará sobre él, evitando con ello su hundimiento o deslizamiento.

### I.8.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

La estimación hidrológica de avenidas máximas en cuencas pequeñas (límite inferior o igual a 250 $km^2$), cuando no existen datos hidrométricos se puede basar en un análisis de las lluvias que influyen sobre el predio y en las características físicas de la cuenca.

El estudio hidrológico se realiza con la finalidad de determinar los gastos máximos ordinarios que se generan en la subcuenca local de un arroyo que forma parte de la subcuenca del río Jalpan. Los gastos determinados servirán para calcular el nivel de agua máximo ordinario. De acuerdo a los datos pluviométricos las estaciones climatológicas más cercanas al sitio con registros de lluvias máximas en 24 horas con que dispone la CONAGUA son:

- Ayutla.
- La Lagunita.
- Jalpan.

Las estaciones seleccionadas por su cercanía, cuentan con al menos 15 años de registros de lluvia, y mediante su localización se determinaron los porcentajes de áreas de influencias de cada una de ellas sobre la subcuenca mediante los Polígonos de Thiessen.

De acuerdo con los objetivos descritos, para determinar los escurrimientos de las avenidas correspondientes a los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y

1000 años, se formará el modelo lluvia-escurrimiento de la subcuenca utilizando el Método del Número de Escurrimiento N del US SCS (U.S. Soil Conservation Service). Este método considera el cálculo de la precipitación efectiva con base en el área de aportación, la lluvia neta y las condiciones de escurrimiento determinadas con el número N característico de la cuenca, dado por las condiciones del terreno (uso y tipo de suelo principalmente). A partir de la precipitación efectiva dada para cada tiempo de la tormenta, el cálculo del gasto pico instantáneo se realiza empleando la fórmula del Hidrograma Unitario Triangular (HUT), determinando que el gasto máximo se presenta en un tiempo pico Tp.

**Conclusiones y recomendaciones del estudio hidrológico.**

La subcuenca del arroyo innominado que colinda por la parte sur del predio Mirador Campestre, en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, es una microcuenca que se genera en la ladera de un cerro con pendiente importante. El área de aportación total tiene una extensión de 0.29 km2, incluyendo una porción del predio que colinda con toda la margen izquierda del arroyo. La cobertura vegetal actual corresponde a la vegetación natural de la zonakl, consistente en selva baja caducifolia.

El arroyo en estudio, corresponde a una depresión topográfica que conduce los escurrimientos hacia la parta baja del cerro, hasta el río Jalpan (margen izquierda). Este arroyo de tercer orden cruza las colonias asentadas a lo largo de la carretera a Río Verde, en las inmediaciones del km 1 y posteriormente descarga al río Jalpan.

De acuerdo con el oficio Comisión Nacional del Agua **No. BOO.921.04.-0294**, emitido por la Dirección Local en el estado de Querétaro con fecha 25 de septiembre de 2024, se determinó que las características geomorfológicas de la depresión topográfica señalada en el párrafo anterior no presentan los elementos técnicos suficientes para ser clasificada como un escurrimiento superficial que implique la delimitación de una superficie correspondiente a zona federal. Sin embargo, recomienda delimitar una franja de diez metros a cada lado de las huellas máximas del margen del cauce, con el propósito de establecer una zona de protección que evite que las actividades asociadas al proyecto generen impactos dentro de su área de influencia.

La estación pluviométrica más cercana al sitio es la estación Jalpan, cuyos datos se ajustaron y extrapolaron para obtener las lluvias relacionadas a diferentes periodos de retorno, incluidos los de 5 y 10 años, para determinar el área de influencia de dicho cauce. (Tr5=0.23 m3/s, Tr10=0.61 m3/s)

Actualmente en toda la extensión del predio Mirador Campestre, la vegetación cuenta con cierto grado de perturbación y la topografía del cauce no está muy bien

definida. En el tramo del predio, no se aprecia ninguna alteración relevante en el arroyo.

En la última década, la zona baja de la cuenca ha sido urbanizada por lo que se hace indispensable dotarla de infraestructura pluvial que permita descargar los escurrimientos de la subcuenca hacia el río Jalpan.

Para calcular los gastos de diseño de la infraestructura pluvial al interior del predio, se sugiere utilizar las curvas I-D-Tr del estudio hidrológico, utilizando el Tc de cada colector para determinar la lluvia de diseño de cada obra.

La subcuenca que forma la cañada del arroyo innominado se ubica al oeste de la cabecera municipal de Jalpan es una subcuenca pequeña, pero con alta pendiente. No obstante, su cauce tiene una sección más o menos regular sin encontrar cárcavas importantes o tramos erosionados de manera significativa. Los escurrimientos son intermitentes y no existe presencia de escurrimientos superficiales y muy escasos o nulos de aprovechamientos de agua del subálveo.

El **estudio hidrológico** (anexo), tuvo como objetivo obtener el gasto para la delimitación de zona de huellas máximas del arroyo, para lo cual se utilizaron los métodos indirectos *US, SCS, Ven Te Chow y Racional*, comparando los resultados se concluye que los mejores resultados son los calculados con el método Racional por tratarse de una cuenca pequeña, obteniendo la validación para el siguiente gasto en condición actual, para la modelación hidráulica y delimitación de la zona federal con el nivel de agua máximas (NAMO).

| ***Tr*** | *Arroyo innominado aportador del río Jalpan* |
|---|---|
| 10 | 7.11 |

Una vez determinado el Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO), con base en la opinión técnica de CONAGUA se estableció la amplitud de la Zona de Huellas Máximas con una franja de 10 m hacia cada margen del cauce. Con base en esta delimitación, se eestablecieron los límites del polígono de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). En consecuencia, el proyecto no presenta interferencia con la Zona de Huellas Máximas, manteniéndose a una distancia suficiente respecto del área destinada a la construcción. **Se anexa el plano de delimitación de la Franja de Huellas Máximas, incluyendo los cuadros de construcción y las secciones transversales.**

**Se anexa oficio B00.921.04.-02094 de fecha 25 de sptiembre de 2024** mediante el cual la CONAGUA concluye que el predio Mirador Campestre no es afectado por terrenos de propiedad Federal.

Se consideró alejar los límites del desarrollo urbano de la zona federal calculada, respetando también los límites del PDUCPJS vigente.

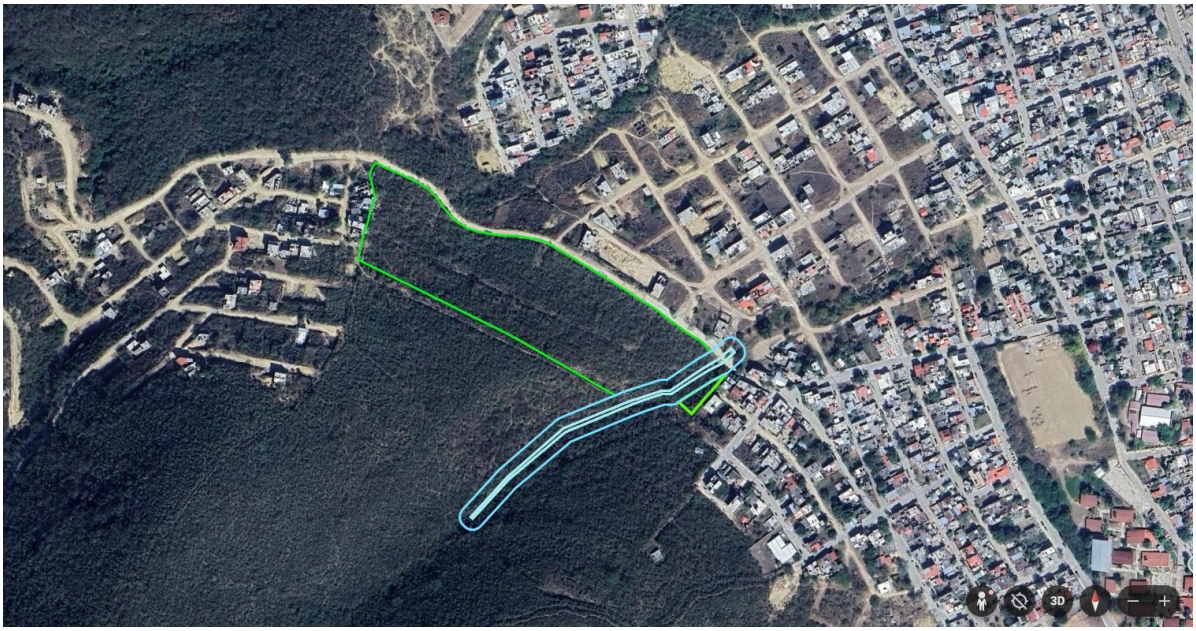


Ilustración 30 Ubicación de las huellas máximas del escurrimiento y faja de 10 metros para su protección.

### I.9. INVENTARIO DE VEGETACIÓN Y CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES A REMOVER

Con el objeto de caracterizar el proyecto para la evaluación de impacto ambiental, se realizaron recorridos de reconocimiento en campo, georreferenciación de la superficie a ocupar, la descripción de los elementos afectados y algunas características, demográficas y ecológicas para determinar la viabilidad del proyecto.

Se llevaron a cabo, los inventarios de vegetación y de fauna silvestre para la elaboración del ETJ; demostrando, con base en los análisis, los criterios de excepcionalidad para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Se abordan los análisis efectuados y los resultados obtenidos y se proponen las medidas y programas respectivos para la compensación de los impactos a generar por el CUSTF.

Los estudios y datos de campo fueron la base para elaborar en gabinete la manifestación de impacto ambiental; y corresponden a:

a) La delimitación de la microcuenca específica y su drenaje superficial;
b) La zonificación del proyecto (región ecológica), la elaboración del mapa de vegetación y de suelos (entre otros) y, la identificación de flora y fauna silvestre.
c) La proyección de las obras requeridas, el inventario ambiental y su interpretación;

d) La aplicación de la normatividad existente en el diseño de las actividades y los potenciales impactos ambientales a generar.
e) Conforme a las actividades previstas en la obra civil del proyecto, la evaluación y valoración de su repercusión en los componentes ambientales, proponiendo las medidas para prevenirlos y/o atenuarlos.

### I.9.1. DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA ESPECÍFICA

Las microcuencas se delimitan mediante el trazado de líneas por encima de los parteaguas que encierran cierta superficie en la cual está contenido el predio o área del proyecto. El procedimiento consistió en identificar la ubicación del predio y con él los escurrimientos superficiales principales próximos al área del proyecto, al tiempo que se ubicaron los parteaguas de tal manera que se delimitan todas las corrientes superficiales que confluyen hacia el río principal, en este caso el Río Jalpan, de acuerdo con la carta topográfica F14C47 JALPAN.

Para describir la microcuenca y el área de escurrimiento donde se ubica el proyecto, se consideró la capa de microcuencas FIRCO. utilizada también en la delimitación del área de estudio del ETJ correspondiente. La microcuenca es de tipo exorreica cuyo punto de salida del escurrimiento principal se ubica hacia el norte, (Ver plano de “delimitación de la microcuenca”). Además, se anexa plano de delimitación de la Zona de protección del cauce con los cuadros de construcción y secciones del arroyo innominado, que intercepta la superficie del predio.

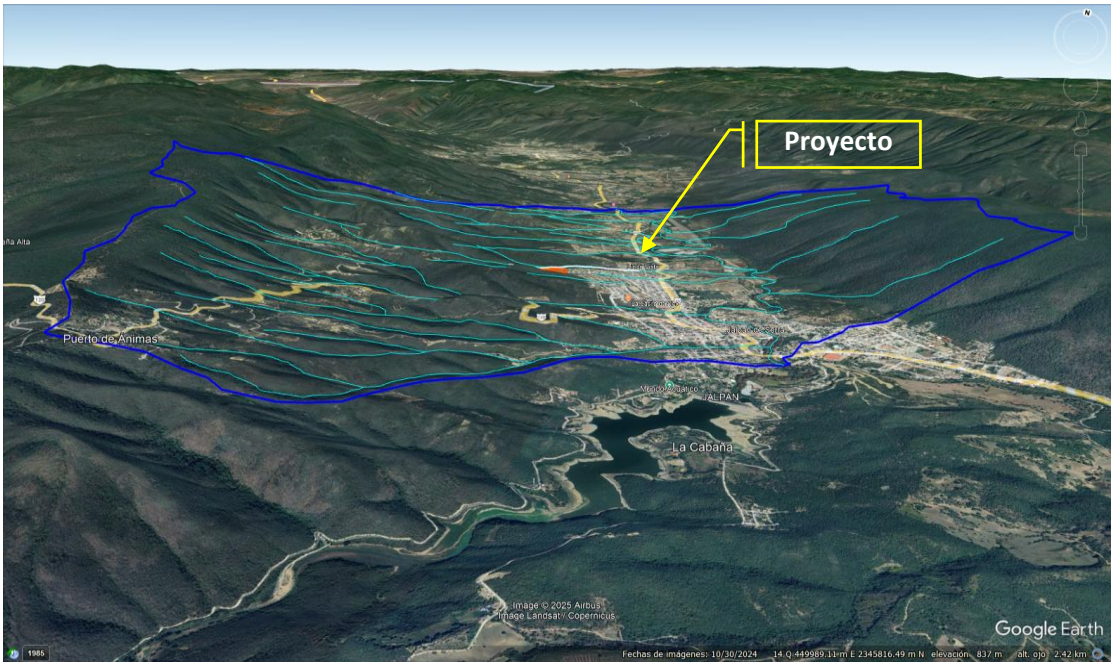


Ilustración 31 Ubicación del proyecto dentro de la Microcuenca Jalpan.

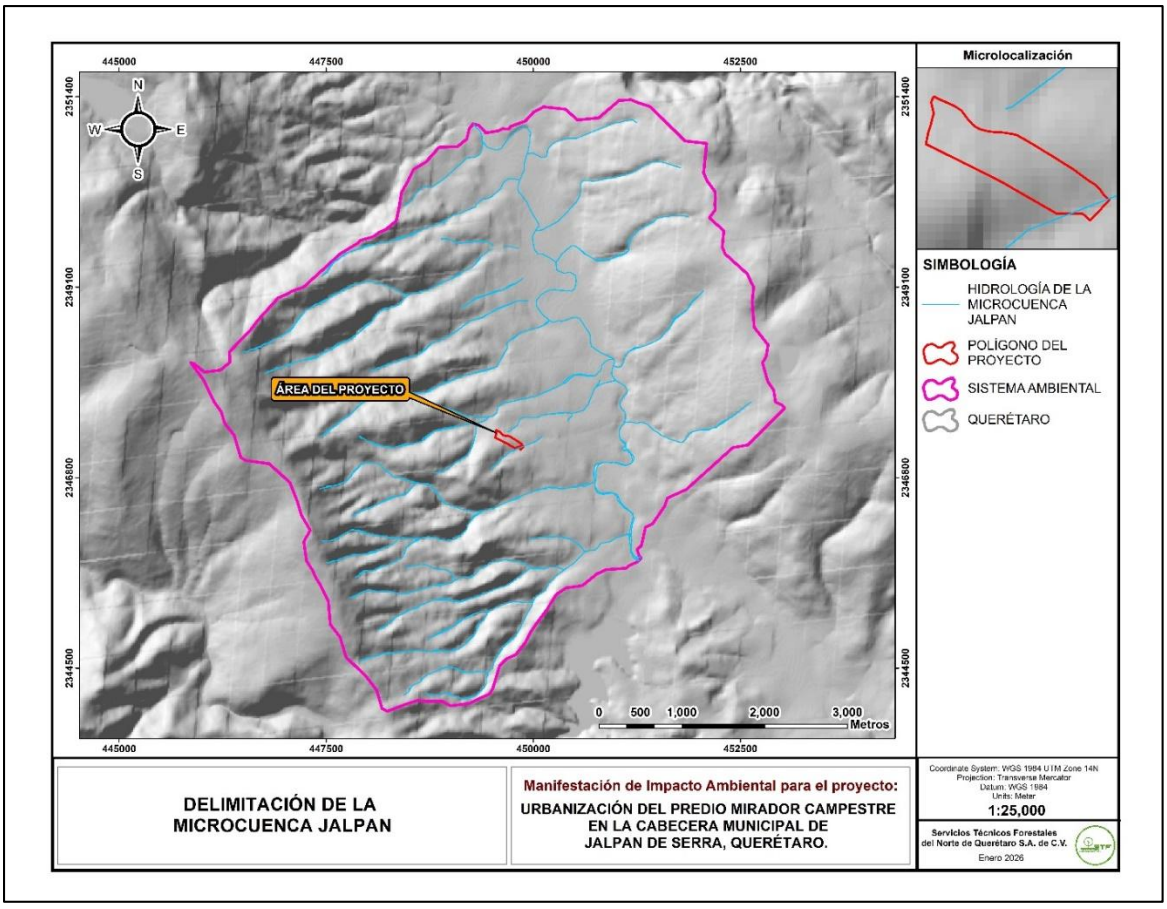



Ilustración 32 Ubicación del proyecto en la microcuenca Jalpan

La microcuenca Jalpan tiene un perímetro de 23.64 km y encierra una superficie de 3066.99 ha., conforme a las siguientes coordenadas UTM datum WGS84 Región 14N.

*Tabla 27 Coordenadas (UTM WGS84 14N) de ubicación de la microcuenca*

| Microcuenca Jalpan | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vert. | X | Y | Vert. | X | Y | Vert. | X | Y |
| 1 | 445864.34 | 2348188.03 | 51 | 452098.97 | 2350381.61 | 101 | 449672.40 | 2344609.39 |
| 2 | 445902.69 | 2348175.61 | 52 | 452194.78 | 2350253.93 | 102 | 449594.84 | 2344529.06 |
| 3 | 446028.83 | 2348072.56 | 53 | 452199.96 | 2350167.00 | 103 | 449513.11 | 2344257.63 |
| 4 | 446223.97 | 2348099.12 | 54 | 452193.63 | 2350104.34 | 104 | 449474.26 | 2344187.73 |
| 5 | 446337.93 | 2348193.28 | 55 | 452197.87 | 2350033.29 | 105 | 449333.15 | 2344124.66 |
| 6 | 446330.52 | 2348317.34 | 56 | 452126.63 | 2349937.07 | 106 | 449232.63 | 2344074.09 |
| 7 | 446589.19 | 2348586.54 | 57 | 452301.83 | 2349779.71 | 107 | 449000.92 | 2344043.13 |
| 8 | 446668.73 | 2348692.61 | 58 | 452281.99 | 2349583.46 | 108 | 448900.09 | 2344099.17 |
| 9 | 446918.59 | 2348970.83 | 59 | 452316.90 | 2349500.68 | 109 | 448768.51 | 2344096.67 |
| 10 | 447025.89 | 2349016.09 | 60 | 452587.39 | 2349257.74 | 110 | 448595.31 | 2344107.11 |
| 11 | 447099.24 | 2349055.05 | 61 | 452626.37 | 2349165.30 | 111 | 448459.78 | 2344062.72 |
| 12 | 447227.61 | 2349100.77 | 62 | 452660.96 | 2349100.19 | 112 | 448237.04 | 2343976.54 |
| 13 | 447670.37 | 2349504.25 | 63 | 452642.74 | 2348919.98 | 113 | 448174.07 | 2344011.53 |
| 14 | 447885.83 | 2349633.10 | 64 | 452667.54 | 2348614.42 | 114 | 448108.42 | 2344234.76 |
| 15 | 447915.44 | 2349666.07 | 65 | 452836.63 | 2348401.21 | 115 | 447977.88 | 2344402.08 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 448062.87 | 2349707.17 | 66 | 452810.42 | 2348257.44 | 116 | 447738.31 | 2344633.40 |
| 17 | 448143.43 | 2349761.83 | 67 | 452768.43 | 2348185.72 | 117 | 447667.50 | 2344874.18 |
| 18 | 448214.75 | 2349791.91 | 68 | 452831.07 | 2347961.00 | 118 | 447549.54 | 2345025.38 |
| 19 | 448345.69 | 2349900.10 | 69 | 452902.58 | 2347855.60 | 119 | 447525.67 | 2345304.01 |
| 20 | 448377.38 | 2350056.50 | 70 | 452925.64 | 2347712.56 | 120 | 447475.59 | 2345403.58 |
| 21 | 448410.97 | 2350250.08 | 71 | 453004.96 | 2347675.18 | 121 | 447429.40 | 2345506.89 |
| 22 | 448486.34 | 2350378.86 | 72 | 453035.29 | 2347638.48 | 122 | 447375.42 | 2345588.90 |
| 23 | 448553.20 | 2350520.74 | 73 | 452589.39 | 2347193.13 | 123 | 447332.61 | 2345684.67 |
| 24 | 448705.29 | 2350611.70 | 74 | 452409.96 | 2347161.93 | 124 | 447261.39 | 2345792.88 |
| 25 | 448862.96 | 2350787.25 | 75 | 451847.96 | 2346657.27 | 125 | 447229.37 | 2346024.46 |
| 26 | 449044.67 | 2350798.10 | 76 | 451619.46 | 2346552.18 | 126 | 447306.78 | 2346163.73 |
| 27 | 449082.38 | 2350794.28 | 77 | 451585.41 | 2346454.18 | 127 | 447200.61 | 2346345.40 |
| 28 | 449197.18 | 2350889.14 | 78 | 451438.63 | 2346240.07 | 128 | 447154.08 | 2346503.68 |
| 29 | 449229.33 | 2351018.26 | 79 | 451354.45 | 2346201.35 | 129 | 447062.66 | 2346739.95 |
| 30 | 449275.66 | 2351069.85 | 80 | 451306.21 | 2345978.78 | 130 | 446811.70 | 2346966.51 |
| 31 | 449338.77 | 2351054.71 | 81 | 451255.01 | 2345931.58 | 131 | 446530.14 | 2347006.10 |
| 32 | 449378.50 | 2351019.03 | 82 | 451278.03 | 2345853.80 | 132 | 446467.50 | 2347040.91 |
| 33 | 449425.84 | 2350961.74 | 83 | 451303.12 | 2345828.67 | 133 | 446388.71 | 2347308.78 |
| 34 | 449576.86 | 2350986.09 | 84 | 451276.78 | 2345804.33 | 134 | 446273.21 | 2347456.82 |
| 35 | 449629.19 | 2351013.89 | 85 | 451252.10 | 2345778.77 | 135 | 446232.44 | 2347595.43 |
| 36 | 449701.11 | 2351006.62 | 86 | 451152.09 | 2345734.07 | 136 | 446142.97 | 2347717.22 |
| 37 | 449734.62 | 2351043.93 | 87 | 451125.04 | 2345706.05 | 137 | 446119.88 | 2347768.88 |
| 38 | 449905.78 | 2351104.88 | 88 | 450872.57 | 2345687.09 | 138 | 446094.83 | 2347818.67 |
| 39 | 450000.03 | 2351209.82 | 89 | 450822.78 | 2345662.05 | 139 | 446071.74 | 2347870.32 |
| 40 | 450124.91 | 2351276.16 | 90 | 450771.12 | 2345638.96 | 140 | 446046.69 | 2347920.11 |
| 41 | 450385.87 | 2351247.53 | 91 | 450593.49 | 2345495.02 | 141 | 446023.60 | 2347971.77 |
| 42 | 450535.03 | 2351118.89 | 92 | 450398.16 | 2345468.01 | 142 | 445864.34 | 2348188.03 |
| 43 | 450789.60 | 2351143.20 | 93 | 450277.26 | 2345388.44 | | | |
| 44 | 451035.01 | 2351353.33 | 94 | 450195.02 | 2345254.92 | | | |
| 45 | 451178.00 | 2351361.86 | 95 | 450160.31 | 2345198.57 | | | |
| 46 | 451264.64 | 2351328.00 | 96 | 450145.41 | 2345178.85 | | | |
| 47 | 451412.45 | 2351280.15 | 97 | 450030.24 | 2345026.42 | | | |
| 48 | 451832.68 | 2350864.25 | 98 | 449963.22 | 2344927.18 | | | |
| 49 | 452093.24 | 2350834.88 | 99 | 449901.02 | 2344802.11 | | | |
| 50 | 452057.36 | 2350480.26 | 100 | 449788.26 | 2344661.17 | | | |

### I.9.2. ELABORACIÓN DEL MAPA DE VEGETACIÓN

El mapa de vegetación se realizó en gabinete sobreponiendo el polígono de la microcuenca en la carta Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie VII (Conjunto Nacional) 2018 del INEGI. Con esto quedaron delimitados los usos del suelo dentro de la microcuenca Jalpan, área del proyecto y sus zonas de influencia.

La microcuenca cubre una superficie total de 3,066.99 hectáreas, destinadas a los usos, Forestal, Agrícola y de Asentamientos humanos. El uso de suelo mejor representado es el **forestal**, ocupa una superficie de 2,172.69 has, lo que representa el 70.84% de la superficie total de la microcuenca. Se reportan las siguientes comunidades forestales:

- Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
- Selva Baja Caducifolia

- Bosque de Encino-Pino
- Bosque de Encino

El **uso agrícola**, con agricultura de riego anual y de temporal anual, abarca el 22.07% de la superficie de la MC con 676.77 has.

El uso de **asentamientos humanos**, abarca a la cabecera municipal de Jalpan de Serra, con apenas el 7.09 % de la superficie de la microcuenca (217.52 has).

Respecto a la superficie forestal presente en el área del proyecto y en sus colindancias corresponde a selva baja caducifolia, congruente con lo señalado por el INEGI, corroborado a través de los diferentes recorridos de campo y los resultados del inventario forestal. La vegetación a evaluar es **selva baja caducifolia** y por la forma biológica más dominante, así como a la estructura de la vegetación se trata de una **vegetación secundaria arbustiva**.

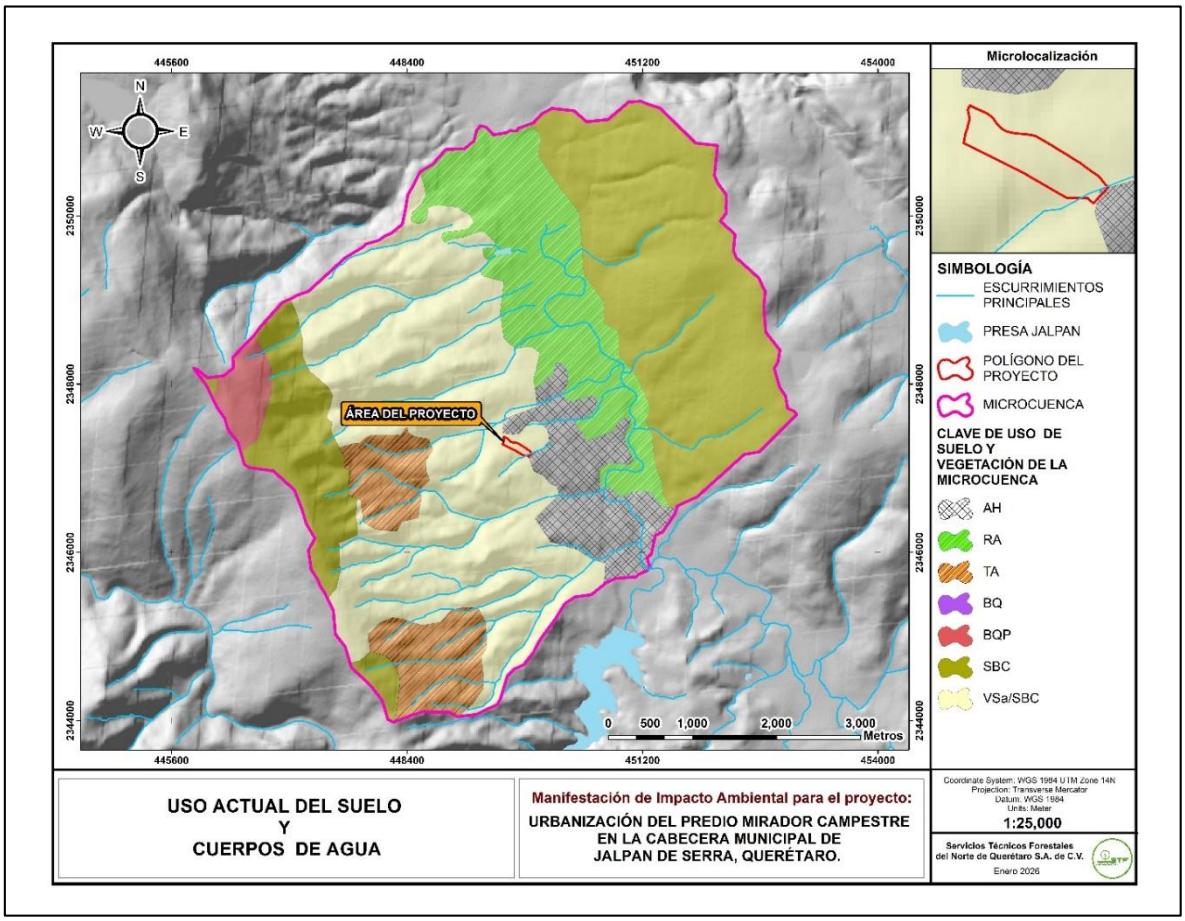



Ilustración 33 Uso del suelo y Vegetación en la microcuenca y colindancias del Proyecto

*Tabla 28 Uso del suelo de la región ecológica*

| Tipo de vegetación | Clave | Área (Ha) | % |
|---|---|---|---|
| Forestal | | | |
| Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia | **VSa/SBC** | **1,105.25** | **36.04%** |
| Selva Baja Caducifolia | **SBC** | **1,009.09** | **32.90%** |
| Bosque de Encino-Pino | **BQP** | **58.20** | **1.90%** |
| Bosque de Encino | **BQ** | **0.15** | **0.005%** |
| Subtotal | | **2,172.69** | **70.84%** |
| Agrícola | | | |
| Agricultura de Riego Anual | **RA** | **454.72** | **14.83%** |
| Agricultura de Temporal Anual | **TA** | **222.05** | **7.24%** |
| Subtotal | | **676.77** | **22.07%** |
| Asentamientos humanos | | | |
| Asentamientos Humanos | **AH** | **217.52** | **7.09%** |
| Subtotal | | **217.52** | **7.09%** |
| Total | | **3,066.99** | **100.00%** |

### I.9.3. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN A AFECTAR

**Selva Baja Caducifolia**

La Selva Baja Caducifolia, también denominada como Bosque Tropical Caducifolio, se caracteriza por la dominancia fisonómica de un estrato arbóreo compuesto por especies con afinidad tropical que no sobrepasan los 10 m de altura; en ocasiones pueden existir dos estratos, mismos que en temporada seca pierden su follaje (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978). Los árboles presentan hojas compuestas con foliolos pequeños y su corteza se caracteriza por ser exfoliante o de colores vivos (Zamudio, *et al*, 1992). Constituye el ecosistema terrestre más complejo del área y el tipo de vegetación con mayor biodiversidad. En este ecosistema es común la abundancia de *Lysiloma microphylla*, aunque también se encuentra ampliamente representado por especies del género *Bursera*. En sitios conservados, el estrato herbáceo está poco desarrollado e incluso totalmente ausente (Rzedowski, 1978). A comunidades sucesionales arbustivas que presentan esta estructura sin cambios después de muchos años, algunos autores lo denominan como Matorral Subtropical, en donde aumenta la densidad de especies como *Ipomoea murucoides, Myrtillocactus geometrizans, Eysenhardtia polystachya, Acacia farnesiana, Acacia schaffneri* y especies del género *Opuntia* (Pineda *et al*, 2007 y Zacarías-Eslava *et al*, 2011).

Se desarrolla a una altitud que va desde los 0 hasta los 1900 msnm, sobre suelos delgados, pedregosos, con buen drenaje y comúnmente en laderas. Se encuentran en climas de tipo Aw (tropical con invierno seco) de la clasificación de Köeppen, aunque también se encuentra en Bs y Cw en la clasificación de García (1973), y generalmente con precipitaciones que varían entre los 500 a los 1200 mm y temperatura media anual superior a 20 °C. En algunos lugares del norte del país se han llegado a registrar en temperaturas inferiores a 0 °C (Rzedowksi, 1978; Zamudio et al, 1992).

Debido al error que se puede presentar por la escala en la que se elaboró la cartografía serie VII del INEGI, se reporta que parte del polígono del predio se encuentran en zona urbana; sin embargo, se realizan recorridos al área del proyecto para confirmar la vegetación a afectar en la superficie de CUSTF, siendo de tipo **Selva Baja caducifolia**, en un estado sucesional secundario de porte arbustivo. Al verificarse que al interior del predio y las zonas forestales cercanas al crecimiento urbano se encuentran fragmentadas y/o impactadas, se calificó como una vegetación que se encuentra **en proceso de degradación**.

Respecto a la condición de la vegetación, hay algunos factores principales que detonan la degradación de los bosques; uno de ellos es el cambio climático debido a que las temperaturas más altas y los impredecibles patrones climáticos aumentan el riesgo y la gravedad de los incendios forestales, la infestación de plagas y las enfermedades. Los factores externos son los disturbios que alteran el ecosistema; cambian la estructura y el funcionamiento; tales como el pastoreo, la tala ilegal, la contaminación o las actividades agrícolas. Cuando las perturbaciones son intensas o se prolongan por demasiado tiempo afectan seriamente los procesos sucesionales que disminuyen la habilidad del ecosistema para recuperarse de manera natural, y las propiedades pueden causar deficiencias en la disponibilidad de agua, pérdida de la capa de suelo con su subsecuente detrimento en nutrientes y materia orgánica, lo que provoca la degradación del ecosistema.

La degradación de los ecosistemas se debe a la reducción de los servicios ambientales ofrecidos tales como la producción de agua, fijación de CO2, productividad del suelo, biodiversidad, coberturas que previenen la erosión, entre otros. Cuando los ecosistemas están degradados pierden sus mecanismos de regeneración.

El estudio de riqueza y diversidad arbórea, así como parámetros ecológicos estructurales de las especies como la densidad, dominancia, frecuencia y el valor de importancia son criterios para evaluar su comportamiento ante posibles disturbios de índole natural o antrópica.

Durante la ejecución del inventario forestal se identificó que existe una dependencia relevante de los recursos forestales locales. El principal uso corresponde a la extracción de leña para autoconsumo, evidenciada mediante la presencia de tocones producto del derribo de individuos arbóreos y arbustivos. La remoción de la cobertura vegetal se concentra en zonas contiguas a los asentamientos humanos y áreas urbanizadas, donde se registra la disminución de la vegetación leñosa.

En las siguientes imágenes se evidencia como el tránsito de personas al interior del predio para acortar distancias o para la extracción de los productos maderables, han originado la aparición de veredas, ocasionando la compactación y la perdida de materia orgánica del suelo y que, ante la presencia de lluvias, se lleven a cabo

procesos erosivos y la perdida de fertilidad limitando o impidiendo su regeneración natural, con efectos permanentes.






La vegetación establecida en los márgenes de las veredas es removida de manera recurrente por las personas que transitan el área, con el propósito de despejar el paso. Esta práctica genera una disminución de la cobertura vegetal en los bordes, incrementando la penetración de radiación solar hacia el estrato inferior. Como consecuencia, se modifican las condiciones microambientales, favoreciendo el establecimiento de especies tolerantes a la perturbación, comúnmente presentes en zonas periféricas del área forestal. Este proceso induce cambios en la composición y estructura de la comunidad vegetal, resultando en una diversidad específica distinta a la observada en sitios con vegetación natural conservada.

Tanto en el predio como en su área de influencia directa se identifican diversas veredas, como las mostradas en las imágenes, las cuales evidencian tránsito recurrente y fragmentación superficial del terreno. Asimismo, se ha detectado tala clandestina orientada a la extracción de leña, lo que ha ocasionado la disminución de la cobertura de copas y, en consecuencia, una reducción en la provisión de

servicios ambientales asociados a la vegetación forestal. La presencia de residuos sólidos urbanos confirma la incidencia de presiones antropogénicas continuas sobre la vegetación arbórea y arbustiva. Se concluye que **se trata de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (en proceso de degradación)**, en diferentes grados de intensidad; hay algunas áreas con más cobertura forestal que otras, lo que conlleva a que haya más abundancia en ciertas zonas en comparación con otras del mismo polígono; sin embargo, la composición de la vegetación tanto en las áreas más densas como en las menos densas son las mismas, pero con diferente abundancia; en este sentido, la superficie de CUSTF se encuentra en algún proceso de perturbación que demerita la calidad de la vegetación, por lo que las áreas más densas tampoco podrían ser catalogadas como vegetación primaria, ya que, los sitios muestreados en las áreas aparentemente más densas presentan una dominancia y abundancia muy clara de especies indicadoras de perturbación, sobre todo de ejemplares arbustivos tales como *Lantana velutina, Gochnatia magna, Neopringlea integrifolia* que son las 3 especies arbustivas más abundantes del área del proyecto.

-***Lantana velutina****:* Indicadora de perturbación: En algunas regiones, ha demostrado una capacidad notable para colonizar y propagarse en áreas perturbadas y degradadas, como terrenos abandonados, márgenes de carreteras y sitios afectados por incendios forestales. Su rápida propagación y adaptabilidad en entornos perturbados han llevado a considerarla una especie indicadora de perturbación. Su presencia extendida en áreas degradadas puede sugerir que el ecosistema ha sido afectado por actividades humanas o factores ambientales que han alterado su estructura y composición original. Tolerancia: *Lantana velutina* también ha demostrado tener cierto grado de tolerancia a condiciones adversas, como suelos pobres y climas secos. Es una planta resistente a la sequía y puede sobrevivir en condiciones ambientales difíciles, lo que contribuye a su capacidad de colonizar áreas perturbadas (Capinha, C., & Anastácio, P.; 2007).

**- *Gochnatia magna****:*** es considerada indicadora de perturbación en ecosistemas terrestres debido a su comportamiento ecológico asociado a etapas sucesionales tempranas y a ambientes con alteración antrópica o disturbios recurrentes. Diversos estudios sobre dinámica de la vegetación en matorrales y bosques secos señalan que especies del género *Gochnatia* presentan estrategias adaptativas como alta producción de semillas, dispersión anemócora y capacidad de establecimiento en suelos someros o degradados, lo que favorece su colonización en sitios con remoción de cobertura vegetal, incendios o sobrepastoreo (Rzedowski, 1978; CONABIO, 2023).

- ***Neopringlea integrifolia:*** Diversos estudios ecológicos sobre dinámica de vegetación secundaria señalan que la presencia y abundancia de especies ruderales de Brassicaceae se asocia comúnmente con procesos de disturbio como desmontes, pastoreo o remoción del suelo, actuando como bioindicadores de

estados sucesionales tempranos (Rzedowski, 2006; Challenger y Soberón, 2008). En este contexto, la ocurrencia de *Neopringlea integrifolia* refleja modificaciones en la estructura y composición original del ecosistema, particularmente en sitios con pérdida de cobertura vegetal primaria o alteración del horizonte superficial del suelo.

Como se observa, las especies más abundantes del estrato más representativo de la selva baja caducifolia en el área del proyecto son arbustivas; de acuerdo a la bibliografía son tolerantes a condiciones adversas y a los impactos antropogénicos, por lo que se les suele encontrar más abundantes en sitios perturbados y pueden ser consideradas indicadoras de perturbación por su abundancia en toda el área del proyecto, inclusive en las áreas más densas. En este caso, se debe a la colindancia del área del proyecto con la mancha urbana, ya que se ven influenciadas por actividades que impactan en cierto grado a la vegetación colindante. En las siguientes imágenes se aprecian las condiciones del área donde hay más baja cobertura forestal, se aprecian ejemplares de porte alto y arbustos.



Ilustración 34 Condiciones de la zona oeste con baja cobertura forestal del predio de CUSTF, se aprecian especies arbóreas y arbustivas, comunes de una vegetación de selva baja caducifolia, solo que con baja abundancia.

Por las descripciones ante mencionadas y lo observado en campo, se considera que toda el área de CUSTF es forestal y corresponde a vegetación secundaria de selva baja caducifolia y que, si bien hay algunas zonas más densas que otras, por la dominancia de especies indicadoras de perturbación es considerada como vegetación secundaria en proceso de degradación.

El 100 % de la superficie del proyecto sustenta vegetación clasificada como ***Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva***, en ella se removerán ejemplares de este ecosistema forestal en una superficie de 2.7316 ha. que representa el **0.247%** de la superficie que ocupa la Selva baja caducifolia en la **microcuenca**. En este sentido, no se compromete la conservación y distribución de este tipo de vegetación, ya que la superficie que pretende ocupar el proyecto es

baja. Este tipo de vegetación es de amplia distribución en la región, por lo tanto, existen zonas mejor conservadas y con mayor diversidad al interior de la microcuenca, en donde los impactos son menores comparados con la superficie del proyecto.

Con todo lo anterior, se prevé que los impactos ambientales hacia aspectos de biodiversidad y los servicios ambientales que actualmente provee la zona, no son altamente significativos, ya que las condiciones en las que se encuentra la vegetación no son las idóneas. La ejecución de cada una de las actividades del proyecto se desarrollará bajo un criterio ecológico y se pondrá especial vigilancia, a fin de realizar las medidas de prevención y mitigación dirigidas a conservar los diferentes recursos naturales.

### I.9.4. INVENTARIO

Para la identificación y delimitación de las áreas forestales a inventariar se utilizaron imágenes de satélite; su validación con recorridos de campo y con la información levantada a través de los sitios de muestreo preliminar, empleando los siguientes materiales:

*Tabla 29 Material utilizado en el inventario forestal*

| Nombre | Utilidades |
|---|---|
| Orto-foto digital de alta resolución | **-Trabajo de gabinete (Planimetría)**<br>**-Delimitación del área del proyecto**<br>**-Estratificación**<br>**-Diseño de muestreo**<br>**-Determinación de superficies** |
| Datos vectoriales | **Información de infraestructura** |
| Datos Toponímicos | **Información toponímica** |
| Cartas temáticas | **Obtención de información del medio físico.** |
| Polígono del proyecto | **Ubicación de las áreas a afectar** |

Este apartado se desarrolla con la información analizada en el ETJ, en proceso de evaluación mediante número de bitácora: 22/DS-0091/02/26 para una superficie de **2.7316 ha** de CUSTF.

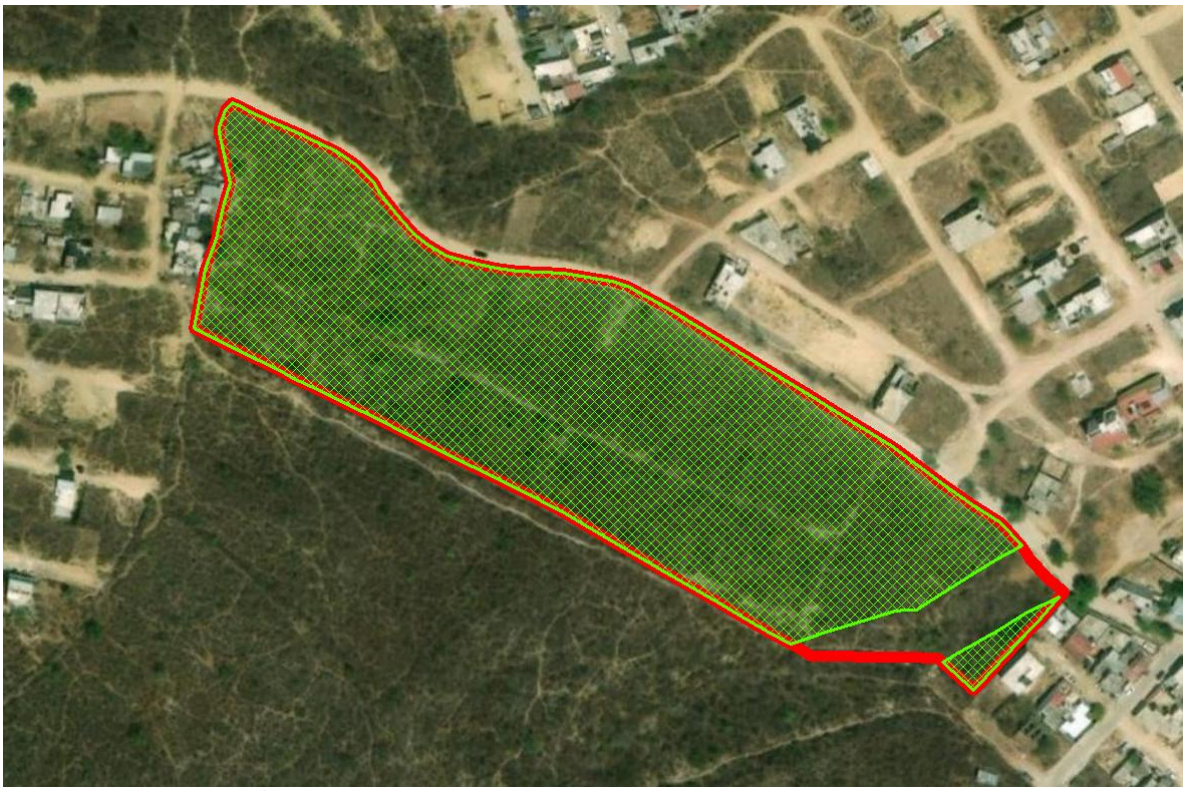


Ilustración 35 Superficie de CUSTF respecto a la superficie del proyecto.

De acuerdo a los criterios para la identificación del tipo de vegetación a afectar con el CUSTF, se obtuvo lo siguiente:

*Tabla 30 Tipo de vegetación en la superficie de CUSTF según INEGI serie VII*

| Tipo de Vegetación | Superficie de CUSTF (ha) | Porcentaje de la superficie de CUSTF |
|---|---|---|
| Selva Baja Caducifolia con vegetación secundaria arbustiva | 2.7316 | 100.00% |

En recorridos de campo se delimitaron dos polígonos de cambio de uso de suelo en el terreno mediante el estacado de los vértices localizados con el equipo de geoposicionamiento global (GPS Garmin 65s).

*Tabla 31 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de delimitación de la superficie para CUSTF.*

| POLÍGONO UNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perímetro: 827.56 m Área: 26,877.53 m² | | | | | | | | |
| Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y |
| 1 | 449,867.45 | 2,347,195.95 | 26 | 449,603.10 | 2,347,250.79 | 51 | 449,611.53 | 2,347,339.13 |
| 2 | 449,857.38 | 2,347,190.32 | 27 | 449,588.16 | 2,347,258.22 | 52 | 449,613.50 | 2,347,335.70 |
| 3 | 449,857.09 | 2,347,190.15 | 28 | 449,579.60 | 2,347,262.35 | 53 | 449,619.41 | 2,347,327.89 |
| 4 | 449,845.82 | 2,347,183.23 | 29 | 449,574.66 | 2,347,264.84 | 54 | 449,621.65 | 2,347,325.63 |
| 5 | 449,830.64 | 2,347,173.52 | 30 | 449,556.13 | 2,347,274.05 | 55 | 449,627.17 | 2,347,319.24 |
| 6 | 449,825.68 | 2,347,170.36 | 31 | 449,540.01 | 2,347,281.97 | 56 | 449,632.11 | 2,347,315.33 |

| POLÍGONO UNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perímetro: 827.56 m Área: 26,877.53 m² | | | | | | | | |
| Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y |
| 7 | 449,820.60 | 2,347,170.39 | 32 | 449,544.55 | 2,347,305.29 | 57 | 449,640.28 | 2,347,310.72 |
| 8 | 449,818.84 | 2,347,170.24 | 33 | 449,549.09 | 2,347,318.65 | 58 | 449,645.99 | 2,347,309.01 |
| 9 | 449,817.71 | 2,347,169.97 | 34 | 449,549.54 | 2,347,321.53 | 59 | 449,652.33 | 2,347,307.27 |
| 10 | 449,795.30 | 2,347,163.26 | 35 | 449,551.97 | 2,347,331.51 | 60 | 449,659.71 | 2,347,305.77 |
| 11 | 449,787.21 | 2,347,160.97 | 36 | 449,554.45 | 2,347,339.61 | 61 | 449,668.19 | 2,347,304.72 |
| 12 | 449,786.48 | 2,347,160.73 | 37 | 449,550.06 | 2,347,359.31 | 62 | 449,686.35 | 2,347,303.73 |
| 13 | 449,776.18 | 2,347,156.90 | 38 | 449,550.15 | 2,347,361.21 | 63 | 449,705.10 | 2,347,300.51 |
| 14 | 449,768.08 | 2,347,161.41 | 39 | 449,551.31 | 2,347,364.89 | 64 | 449,711.77 | 2,347,298.50 |
| 15 | 449,758.41 | 2,347,167.03 | 40 | 449,552.59 | 2,347,368.02 | 65 | 449,727.32 | 2,347,289.78 |
| 16 | 449,745.55 | 2,347,174.56 | 41 | 449,555.14 | 2,347,371.47 | 66 | 449,749.08 | 2,347,276.81 |
| 17 | 449,726.42 | 2,347,185.57 | 42 | 449,558.11 | 2,347,369.94 | 67 | 449,763.68 | 2,347,267.80 |
| 18 | 449,719.62 | 2,347,189.50 | 43 | 449,563.06 | 2,347,367.32 | 68 | 449,783.96 | 2,347,255.57 |
| 19 | 449,705.12 | 2,347,197.88 | 44 | 449,569.85 | 2,347,364.28 | 69 | 449803.04 | 2347243.34 |
| 20 | 449,685.68 | 2,347,209.20 | 45 | 449,582.81 | 2,347,358.60 | 70 | 449816.51 | 2347235.21 |
| 21 | 449,668.60 | 2,347,218.16 | 46 | 449,584.90 | 2,347,357.56 | 71 | 449836.67 | 2347220.07 |
| 22 | 449,656.79 | 2,347,223.92 | 47 | 449,591.07 | 2,347,354.77 | 72 | 449847.40 | 2347212.42 |
| 23 | 449,643.52 | 2,347,230.55 | 48 | 449,596.13 | 2,347,352.19 | 73 | 449859.25 | 2347205.05 |
| 24 | 449,628.56 | 2,347,238.10 | 49 | 449,600.76 | 2,347,349.12 | | | |
| 25 | 449,609.08 | 2,347,247.79 | 50 | 449,605.35 | 2,347,345.96 | | | |
| POLÍGONO DOS | | | | | | | | |
| Perímetro: 119.28 m Área: 438.53 m² | | | | | | | | |
| Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y | Vértice | Coordenada X | Coordenada Y |
| 1 | 449,836.38 | 2,347,149.71 | 4 | 449,869.07 | 2,347,169.12 | 7 | 449868.79 | 2347160.48 |
| 2 | 449,842.89 | 2,347,153.70 | 5 | 449,882.41 | 2,347,175.59 | 8 | 449858.44 | 2347149.55 |
| 3 | 449,858.29 | 2,347,162.72 | 6 | 449,874.98 | 2,347,167.29 | 9 | 449848.63 | 2347138.75 |

Una vez definida la superficie con cubierta forestal, se procedió a calcular, distribuir los sitios y realizar el muestreo, a fin de caracterizar la vegetación en la superficie de CUSTF; determinar el volumen por especie maderable y la cantidad de individuos no maderables, arbustivas, herbáceas y cactáceas a remover en la superficie con vegetación forestal.

**Se optó por sitios circulares** (para los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceas), y para el caso de las herbáceas se optó por **sitios cuadrados** de un 1m$^2$. Se consideró de esta manera siendo congruentes con el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, como se detalla a continuación:

El Inventario Nacional Forestal y de Suelos es Información de Interés Nacional, cumple con los criterios establecidos en la Ley General del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (Art. 78, LGSNIEG). Una forma de determinar la etapa de desarrollo de una masa forestal, es analizar las dimensiones de los

individuos que la componen, éstos se clasifican por la ocurrencia o número de individuos en función de su altura total y diámetro normal con un rango determinado.

Las definiciones que el INFyS sigue para la medición de estos parámetros son:

**Altura total:** altura desde la base del árbol hasta la yema apical del fuste principal.

**Diámetro normal**: diámetro del fuste medido a 1.30 metros de altura a partir del nivel del suelo.

La búsqueda de compatibilidad entre los trabajos de inventarios de recursos naturales en el país es un aspecto que se debe considerar como factor de éxito. La normalización debe ser de tipo metodológico y con especial atención a los sistemas de clasificación, a la flexibilidad en las variables para poder responder requerimientos futuros y a la visión integral de los distintos ámbitos de acción. Particularmente, para ser homogéneos, los inventarios forestales deben procurar estandarizar no sólo las definiciones y procesos, sino también la periodicidad con la que se realicen los trabajos de levantamiento de información. Con este propósito, en el INFyS se ha puesto en marcha un programa de inventario forestal con un diseño de muestreo, una periodicidad y una metodología en el levantamiento, integración, sistematización y procesamiento de la información, que permitirá homogenizar y hacer compatible los datos de un periodo de muestreo con el siguiente.

El trabajo metodológico del diseño de muestreo, definición del tamaño de muestra, tamaño y forma de los sitios y el esquema de análisis para la obtención de parámetros empleados en el INFyS, fue tomado del trabajo previo que elaboró el INIFAP para la SEMARNAT en 2002 y el diseño de estimadores de razón de Velasco et. al. (2003). Para asegurar la aplicación homogénea de la metodología, sobre todo **para el levantamiento de datos de campo, se han elaborado manuales y guías de trabajo** que describen, precisan e ilustran las diferentes circunstancias y condiciones que, de manera general, o incluso de manera excepcional, van a encontrarse en los diferentes ecosistemas para la obtención de las variables de interés. **Los manuales tienen como principal objetivo, homologar criterios en el levantamiento de variables** y la descripción de los formatos en que se colecta la información y así controlar la calidad de los datos y reducir en lo posible, los niveles de incertidumbre.

En este sentido, se tomaron en cuenta las consideraciones del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, Procedimientos de muestreo, Versión 19.0 publicado en la siguiente dirección: https://snmf.cnf.gob.mx/documentos-metodologicos/

### *I.9.4.1. Tamaño de los sitios*

La teoría estadística muestra que las parcelas de tamaño grande proporcionan menor varianza que las de tamaño pequeño, ya que en éstas últimas es más fácil encontrar valores nulos (vacías) que incrementan la variabilidad; por otro lado, **los costos de medición son mayores en las parcelas grandes**, pero, en conjunto, los de progresión y replanteo serán menores al necesitar menos parcelas.

Desde un punto de vista teórico se puede demostrar que la muestra compuesta de parcelas pequeñas es más eficiente que con parcelas grandes, aunque existen otras condicionantes impuestas por los costos de muestreo, la topografía del terreno, la densidad de la masa o la **finalidad del muestreo**.

*La experiencia ha demostrado que los sitios de pequeñas dimensiones resultan ser más eficientes en relación a los grandes, pues* ***en los sitios pequeños se tiene la posibilidad de abarcar una mayor diversidad de las condiciones del área, lo cual hace a la muestra más representativa****.*

De conformidad con el INFyS, dentro de los conglomerados se realizan las mediciones y observaciones sobre los diferentes elementos de la vegetación y del suelo, para mejorar la eficiencia de las mismas el conglomerado tiene un diseño anidado con unidades secundarias o sub sitios de muestreo de diferentes dimensiones según el objeto de estudio.

- *En el sitio de 400 $m^2$* ***se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DN) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5 cm****. En el caso del módulo H Zonas áridas, en este sitio se registrará información de vegetación mayor, considerada aquella con alturas iguales o mayores a 25 cm (con excepción de las formas de vida globosas donde el umbral es de 10 cm de altura).*
- *En el subsitio de 12.56 $m^2$, se mide y registra por género, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), cuyas plantas o árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm. Así mismo, en el módulo H Zonas áridas se registra la vegetación menor, que es aquella menor a 25 cm de altura (con excepción de las formas globosas donde el umbral es de 10 cm de altura).*
- *En el subsitio de 1$m^2$, se medirán las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes en el sub estrato.*

El tamaño del sitio para el conteo, medición y registro del arbolado maderable, con diámetros iguales o superiores a 7.5 cm en el inventario realizado a la superficie del proyecto fue de 100 $m^2$.

El subsitio es para el conteo y registro de la regeneración del arbolado inferior a 7.5 cm de diámetro, especies arbustivas y cactáceas fue el mismo sitio de 100$m^2$.

El subsitio para el registro y conteo de especies herbáceas fue de 1$m^2$ dentro del sitio.

Por las razones antes mencionadas, se realizan **sitios circulares de radio igual a 5.65 m** (100 $m^2$ de área por unidad muestral); para poder evaluar la vegetación presente en el área de cambio de uso de suelo, y se concluye que esta forma y tamaño de los sitios de muestreo es útil para los objetivos que se persiguen con este estudio.

Debido a que la superficie de CUSTF no es tan grande, resulta imposible establecer sitios de mayor dimensión, pues no se tendría la representatividad de la muestra y tampoco se distribuiría el tamaño de muestra de manera uniforme en dicha superficie.

### *I.9.4.2. Tamaño de la muestra*

Se realizó un premuestreo, seleccionando 6 sitios de forma aleatoria y sin reemplazo en el área de CUSTF; se obtuvo la información dasométrica de los sitios del premuestreo, esto para usar el dato "*volumen"* como varianza y obtener un tamaño de muestra preliminar.

Se estableció un **error de muestreo o precisión del 10%** del volumen medio del sitio, es decir, el porcentaje de error que se está dispuesto a aceptar, quedando dentro del rango de los más comúnmente utilizados, ya sea por inventarios a baja escala o inventarios de gran tamaño, como el Inventario Nacional Forestal.

**El nivel de confianza utilizado para el cálculo del tamaño de muestra en todos los estratos es del 95%**, este dato expresa la certeza de que realmente el dato que buscamos este dentro del margen de error.

*Tabla 32 Número de sitios a muestrear en el área de CUSTF.*

| Varianza | Desviación estándar | Error permisible ($m^3$/sitio) | Nivel de confiabilidad | Probabilidad de error | *t*-student | Error de muestreo | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.07 | **1.7512** | **0.0010** | **95%** | **0.05** | **2.571** | **10.0%** | **41.7 ≈ 42** |

Con base a la información del premuestreo y la fórmula para determinar el tamaño de muestra, en un diseño completamente al azar y cuando se conoce el tamaño de la población, el tamaño de muestra final debería ser mínimo de 44 sitios, a pesar de que el procedimiento anterior nos muestra que se requieren 41.7 sitios para evaluar la riqueza y biodiversidad de la vegetación en el área de cambio de uso de suelo, usando como variable la riqueza de especies por sitio, dicho tamaño de muestra se amplió a ***44 sitios,*** poniendo mayor énfasis en el análisis realizado mediante las curvas de acumulación presentadas en el ETJ correspondiente; *esto considerando un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo del 10% del volumen medio por sitio; eso quiere decir que si se repitiera el ejercicio de seleccionar 6 sitios (pre muestreo), 100 veces, 95 veces el valor real de la variable estudiada (volumen) estaría dentro de los límites de confianza definidos a partir de la media de volumen por sitio encontrada en el pre muestreo (o más o menos dentro del rango del error de muestreo considerado) y 5 veces quedaría fuera de dicho rango de valor*.

De acuerdo a los premuestreos realizados y análisis mediante curvas de acumulación de especies, se concluye que la confiabilidad del muestreo es buena y suficiente para estimar índices de diversidad y de valor de importancia de los estratos encontrados en el área de cambio de uso de suelo, pues son representativos y se ha registrado buena parte de la riqueza especifica de flora en cada estrato considerado en el área de CUSTF.

En el área de cambio de uso del suelo se muestrearon **44 sitios**, los cuales fueron de forma circular de radio igual a **5.64 m (100 m$^2$)** una superficie total de 4,400 m$^2$; en donde se contabilizaron el total de ejemplares de las especies arbóreas, arbustivas y cactáceas, obteniendo datos que permitan realizar el cálculo de diversidad de flora del área de CUSTF. Se muestreó un área equivalente en el área de influencia con condiciones similares en la vegetación, esto con el fin de comparar la vegetación en ambas unidades.

El número total de ejemplares a remover durante el proceso de cambio de uso de suelo para el estrato arbustivo, cactáceas y herbáceo, así como el volumen del estrato arbóreo, se obtiene extrapolando los datos obtenidos de los 44 sitios de muestreo en la superficie total de cambio de uso de suelo.

*Tabla 33 Intensidad de muestreo del estrato superior.*

| Núm. Sitios | Tamaño del sitio (m$^2$) | Área muestreada (ha) | % muestreo |
|---|---|---|---|
| 44 | **100.00** | **0.44** | **16.10%** |

### *I.9.4.3. Forma y tamaño de los sitios de muestreo*

La vegetación se dividió en 4 estratos: arbóreo, arbustivo (que incluye rosetófilas), cactáceas y herbáceo. Para las especies arbóreas, arbustos y cactáceas se levantaron sitios circulares de 5.64 m de radio (100 $m^2$) y de 1 $m^2$ para el caso de herbáceas.

En la siguiente tabla se muestra el tamaño de los sitios de muestreo utilizados en el inventario de campo para evaluar los estratos de la flora en el área de CUSTF.

*Tabla 34 Tamaño de los sitios de muestreo aplicados en cada estrato.*

| Estrato | Nombre | Tamaño del sitio ($m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | **Arbóreo** | **100** |
| 2 | **Arbustivo** | **100** |
| 3 | **Cactáceas** | **100** |
| 4 | **Herbáceo** | **1** |

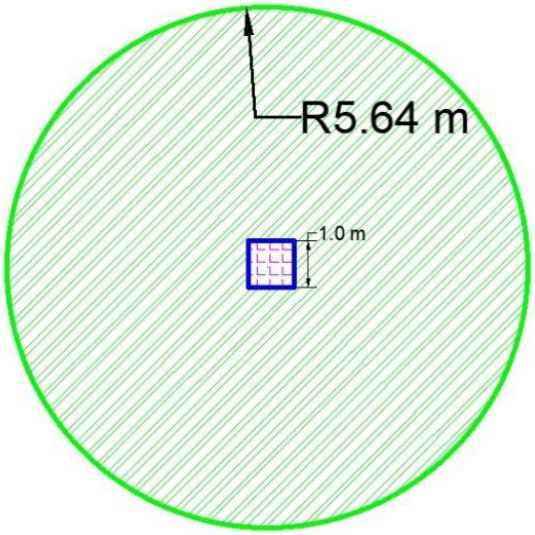



Ilustración 36 Forma y dimensiones de los sitios de muestreo de flora.

Dentro de cada sitio se estratificó a las especies de acuerdo a su **forma biológica**. Para el **estrato arbóreo**, se tomaron datos dasométricos de diámetro y altura de cada ejemplar encontrado de todas las especies, datos que son fundamentales para el cálculo del volumen que será removido, además del área basal, importante para el cálculo del valor de importancia; Siguiendo la metodología del INFyS **para las especies maderables la toma de datos dasométricos se consideró en aquellos ejemplares con un diámetro superior a 7.5 cm**; mientras tanto, para aquellos ejemplares arbóreos que no cumplían con el diámetro mínimo inventariable solamente fueron contados como renuevo o brinzales, para aportar al dato de abundancia de la especie.

Para los ejemplares del **estrato cactáceas** y del **estrato arbustivo (que incluye rosetófilas)**, se contabilizó el total de ejemplares por cada especie, y se midió el diámetro de cobertura de copa para posteriormente obtener el valor de dominancia específica.

Para el estrato **herbáceo**, se contabilizó el número de ejemplares por especie y se estimó su cobertura dentro de un cuadrante de 1 $m^2$ (ubicado en cada sitio circular de muestreo), posteriormente el valor fue extrapolado a la totalidad de la superficie sujeta a CUSTF.

### *I.9.4.4. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo*

La ubicación de los sitios de muestreo para los cuatro estratos al interior de la superficie de cambio de uso de suelo se muestra en las tablas siguientes y su distribución se ilustra en la siguiente imagen:

*Tabla 35 Coordenadas del centro del sitio circular, para muestreo de los estratos: arbóreo, arbustivo y cactáceas en la superficie de CUSTF.*

| Sitios circulares. Radio de 5.64 m. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N del centro de sitio | | | | | | | | |
| SITIO | X | Y | SITIO | X | Y | SITIO | X | Y |
| 1 | 449,567 | 2,347,351 | 16 | 449,627 | 2,347,252 | 31 | 449,736 | 2,347,201 |
| 2 | 449,565 | 2,347,326 | 17 | 449,652 | 2,347,241 | 32 | 449,755 | 2,347,214 |
| 3 | 449,559 | 2,347,297 | 18 | 449,664 | 2,347,273 | 33 | 449,749 | 2,347,240 |
| 4 | 449,573 | 2,347,280 | 19 | 449,674 | 2,347,288 | 34 | 449,762 | 2,347,254 |
| 5 | 449,580 | 2,347,299 | 20 | 449,690 | 2,347,277 | 35 | 449,782 | 2,347,233 |
| 6 | 449,584 | 2,347,317 | 21 | 449,673 | 2,347,254 | 36 | 449,782 | 2,347,213 |
| 7 | 449,586 | 2,347,338 | 22 | 449,677 | 2,347,229 | 37 | 449,761 | 2,347,196 |
| 8 | 449,607 | 2,347,320 | 23 | 449,698 | 2,347,230 | 38 | 449,774 | 2,347,178 |
| 9 | 449,615 | 2,347,302 | 24 | 449,694 | 2,347,253 | 39 | 449,801 | 2,347,174 |
| 10 | 449,598 | 2,347,291 | 25 | 449,711 | 2,347,264 | 40 | 449,820 | 2,347,187 |
| 11 | 449,602 | 2,347,269 | 26 | 449,713 | 2,347,282 | 41 | 449,797 | 2,347,198 |
| 12 | 449,622 | 2,347,282 | 27 | 449,734 | 2,347,263 | 42 | 449,808 | 2,347,216 |
| 13 | 449,637 | 2,347,297 | 28 | 449,724 | 2,347,242 | 43 | 449,828 | 2,347,211 |
| 14 | 449,643 | 2,347,277 | 29 | 449,725 | 2,347,221 | 44 | 449,846 | 2,347,196 |
| 15 | 449,643 | 2,347,260 | 30 | 449,708 | 2,347,210 | | | |

*Tabla 36 Coordenadas de los cuadrantes de muestreo del estrato herbáceo en el área de CUSTF.*

| Sitios cuadrados, 1x1m | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N | | | | | | | | | | | |
| Sitio | Vért. | X | Y | Sitio | Vért. | X | Y | Sitio | Vért. | X | Y |
| H1 | 1 | 449,567 | 2,347,351 | H16 | 1 | 449,627 | 2,347,252 | H31 | 1 | 449,736 | 2,347,201 |
| | 2 | 449,567 | 2,347,352 | | 2 | 449,627 | 2,347,253 | | 2 | 449,736 | 2,347,202 |
| | 3 | 449,568 | 2,347,352 | | 3 | 449,628 | 2,347,253 | | 3 | 449,737 | 2,347,202 |
| | 4 | 449,568 | 2,347,351 | | 4 | 449,628 | 2,347,252 | | 4 | 449,737 | 2,347,201 |
| H2 | 1 | 449,565 | 2,347,326 | H17 | 1 | 449,652 | 2,347,241 | H32 | 1 | 449,755 | 2,347,214 |
| | 2 | 449,565 | 2,347,327 | | 2 | 449,652 | 2,347,242 | | 2 | 449,755 | 2,347,215 |
| | 3 | 449,566 | 2,347,327 | | 3 | 449,653 | 2,347,242 | | 3 | 449,756 | 2,347,215 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 449,566 | 2,347,326 | | 4 | 449,653 | 2,347,241 | | 4 | 449,756 | 2,347,214 |
| H3 | 1 | 449,559 | 2,347,297 | H18 | 1 | 449,664 | 2,347,273 | H33 | 1 | 449,749 | 2,347,240 |
| | 2 | 449,559 | 2,347,298 | | 2 | 449,664 | 2,347,274 | | 2 | 449,749 | 2,347,241 |
| | 3 | 449,560 | 2,347,298 | | 3 | 449,665 | 2,347,274 | | 3 | 449,750 | 2,347,241 |
| | 4 | 449,560 | 2,347,297 | | 4 | 449,665 | 2,347,273 | | 4 | 449,750 | 2,347,240 |
| H4 | 1 | 449,573 | 2,347,280 | H19 | 1 | 449,674 | 2,347,288 | H34 | 1 | 449,762 | 2,347,254 |
| | 2 | 449,573 | 2,347,281 | | 2 | 449,674 | 2,347,289 | | 2 | 449,762 | 2,347,255 |
| | 3 | 449,574 | 2,347,281 | | 3 | 449,675 | 2,347,289 | | 3 | 449,763 | 2,347,255 |
| | 4 | 449,574 | 2,347,280 | | 4 | 449,675 | 2,347,288 | | 4 | 449,763 | 2,347,254 |
| H5 | 1 | 449,580 | 2,347,299 | H20 | 1 | 449,690 | 2,347,277 | H35 | 1 | 449,782 | 2,347,233 |
| | 2 | 449,580 | 2,347,300 | | 2 | 449,690 | 2,347,278 | | 2 | 449,782 | 2,347,234 |
| | 3 | 449,581 | 2,347,300 | | 3 | 449,691 | 2,347,278 | | 3 | 449,783 | 2,347,234 |
| | 4 | 449,581 | 2,347,299 | | 4 | 449,691 | 2,347,277 | | 4 | 449,783 | 2,347,233 |
| H6 | 1 | 449,584 | 2,347,317 | H21 | 1 | 449,673 | 2,347,254 | H36 | 1 | 449,782 | 2,347,213 |
| | 2 | 449,584 | 2,347,318 | | 2 | 449,673 | 2,347,255 | | 2 | 449,782 | 2,347,214 |
| | 3 | 449,585 | 2,347,318 | | 3 | 449,674 | 2,347,255 | | 3 | 449,783 | 2,347,214 |
| | 4 | 449,585 | 2,347,317 | | 4 | 449,674 | 2,347,254 | | 4 | 449,783 | 2,347,213 |
| H7 | 1 | 449,586 | 2,347,338 | H22 | 1 | 449,677 | 2,347,229 | H37 | 1 | 449,761 | 2,347,196 |
| | 2 | 449,586 | 2,347,339 | | 2 | 449,677 | 2,347,230 | | 2 | 449,761 | 2,347,197 |
| | 3 | 449,587 | 2,347,339 | | 3 | 449,678 | 2,347,230 | | 3 | 449,762 | 2,347,197 |
| | 4 | 449,587 | 2,347,338 | | 4 | 449,678 | 2,347,229 | | 4 | 449,762 | 2,347,196 |
| H8 | 1 | 449,607 | 2,347,320 | H23 | 1 | 449,698 | 2,347,230 | H38 | 1 | 449,774 | 2,347,178 |
| | 2 | 449,607 | 2,347,321 | | 2 | 449,698 | 2,347,231 | | 2 | 449,774 | 2,347,179 |
| | 3 | 449,608 | 2,347,321 | | 3 | 449,699 | 2,347,231 | | 3 | 449,775 | 2,347,179 |
| | 4 | 449,608 | 2,347,320 | | 4 | 449,699 | 2,347,230 | | 4 | 449,775 | 2,347,178 |
| H9 | 1 | 449,615 | 2,347,302 | H24 | 1 | 449,694 | 2,347,253 | H39 | 1 | 449,801 | 2,347,174 |
| | 2 | 449,615 | 2,347,303 | | 2 | 449,694 | 2,347,254 | | 2 | 449,801 | 2,347,175 |
| | 3 | 449,616 | 2,347,303 | | 3 | 449,695 | 2,347,254 | | 3 | 449,802 | 2,347,175 |
| | 4 | 449,616 | 2,347,302 | | 4 | 449,695 | 2,347,253 | | 4 | 449,802 | 2,347,174 |
| H10 | 1 | 449,598 | 2,347,291 | H25 | 1 | 449,711 | 2,347,264 | H40 | 1 | 449,820 | 2,347,187 |
| | 2 | 449,598 | 2,347,292 | | 2 | 449,711 | 2,347,265 | | 2 | 449,820 | 2,347,188 |
| | 3 | 449,599 | 2,347,292 | | 3 | 449,712 | 2,347,265 | | 3 | 449,821 | 2,347,188 |
| | 4 | 449,599 | 2,347,291 | | 4 | 449,712 | 2,347,264 | | 4 | 449,821 | 2,347,187 |
| H11 | 1 | 449,602 | 2,347,269 | H26 | 1 | 449,713 | 2,347,282 | H41 | 1 | 449,797 | 2,347,198 |
| | 2 | 449,602 | 2,347,270 | | 2 | 449,713 | 2,347,283 | | 2 | 449,797 | 2,347,199 |
| | 3 | 449,603 | 2,347,270 | | 3 | 449,714 | 2,347,283 | | 3 | 449,798 | 2,347,199 |
| | 4 | 449,603 | 2,347,269 | | 4 | 449,714 | 2,347,282 | | 4 | 449,798 | 2,347,198 |
| H12 | 1 | 449,622 | 2,347,282 | H27 | 1 | 449,734 | 2,347,263 | H42 | 1 | 449,808 | 2,347,216 |
| | 2 | 449,622 | 2,347,283 | | 2 | 449,734 | 2,347,264 | | 2 | 449,808 | 2,347,217 |
| | 3 | 449,623 | 2,347,283 | | 3 | 449,735 | 2,347,264 | | 3 | 449,809 | 2,347,217 |
| | 4 | 449,623 | 2,347,282 | | 4 | 449,735 | 2,347,263 | | 4 | 449,809 | 2,347,216 |
| H13 | 1 | 449,637 | 2,347,297 | H28 | 1 | 449,724 | 2,347,242 | H43 | 1 | 449,828 | 2,347,211 |
| | 2 | 449,637 | 2,347,298 | | 2 | 449,724 | 2,347,243 | | 2 | 449,828 | 2,347,212 |
| | 3 | 449,638 | 2,347,298 | | 3 | 449,725 | 2,347,243 | | 3 | 449,829 | 2,347,212 |
| | 4 | 449,638 | 2,347,297 | | 4 | 449,725 | 2,347,242 | | 4 | 449,829 | 2,347,211 |
| H14 | 1 | 449,643 | 2,347,277 | H29 | 1 | 449,725 | 2,347,221 | H44 | 1 | 449,846 | 2,347,196 |
| | 2 | 449,643 | 2,347,278 | | 2 | 449,725 | 2,347,222 | | 2 | 449,846 | 2,347,197 |
| | 3 | 449,644 | 2,347,278 | | 3 | 449,726 | 2,347,222 | | 3 | 449,847 | 2,347,197 |
| | 4 | 449,644 | 2,347,277 | | 4 | 449,726 | 2,347,221 | | 4 | 449,847 | 2,347,196 |
| H15 | 1 | 449,643 | 2,347,260 | H30 | 1 | 449,708 | 2,347,210 | | | | |
| | 2 | 449,643 | 2,347,261 | | 2 | 449,708 | 2,347,211 | | | | |
| | 3 | 449,644 | 2,347,261 | | 3 | 449,709 | 2,347,211 | | | | |
| | 4 | 449,644 | 2,347,260 | | 4 | 449,709 | 2,347,210 | | | | |

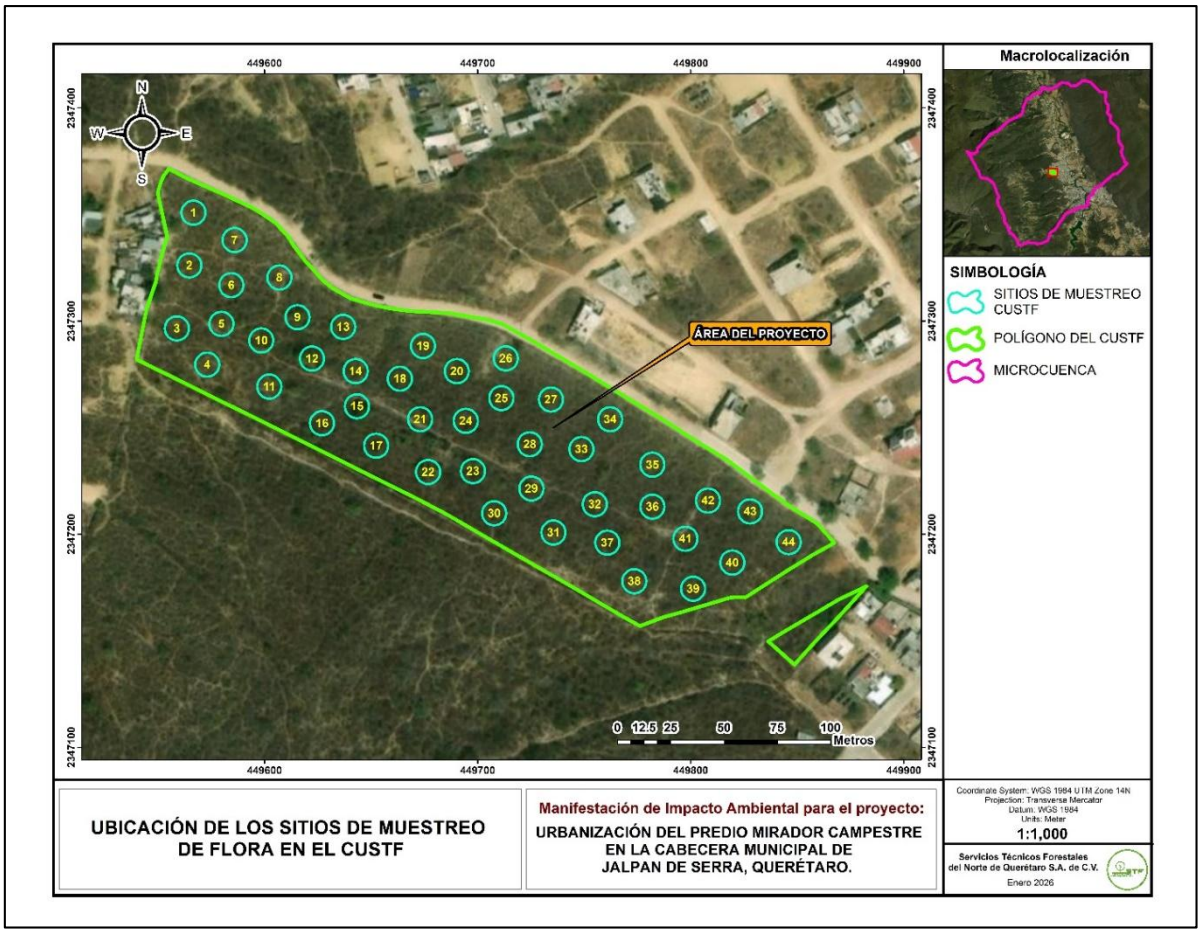



Ilustración 37 Ubicación de los sitios de muestreo en el área de CUSTF.

### *I.9.4.5. Justificación del esfuerzo de muestreo aplicado, mediante curvas de acumulación de especies.*

Por medio del muestreo preliminar, se puede hacer una evaluación de la variabilidad de la población y en función de esta información calcular qué tamaño de muestra que resulta óptimo para la población en estudio y los objetivos propuestos.
La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra, aplicable cuando se conoce el tamaño de la población (área de CUSTF), es la siguiente:

$$n = \frac{Nt^2S^2}{NE^2 + t^2S^2}$$

Donde:

*n*: Tamaño de la muestra.
*N*: Tamaño de la población.
*t*: Valor de t de tablas.
$S^2$: Varianza.
*E*: Precisión de la estimación.

El tamaño de la población (*N)* es la superficie de cambio de uso de suelo, la cual es de 2.7316 ha (N=250.6 sitios para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Es necesario contar con el dato que permita conocer el grado de variabilidad existente en la zona y determinar la intensidad de muestreo a aplicar. En este sentido, el valor de la varianza ($S^2$) se obtuvo del premuestreo en 6 sitios (para el estrato arbóreo, arbustivo y cactáceas) elegidos al azar dentro del área de CUSTF, en el caso del estrato herbáceo también se eligieron 6 sitios debido a que, por cada sitio circular para evaluar el estrato arbóreo, arbustivo y cactáceas, se trazó un cuadrante de muestreo para evaluar el estrato herbáceo. El tamaño de muestra considerando la variable de riqueza especifica por sitio y por estrato, en la superficie de CUSTF, se obtuvo de la siguiente manera:

La **riqueza**, entendida como el número de especies, es la medida de biodiversidad empleada con mayor frecuencia (Gastón, 1996). Los tamaños de muestra varían en cada estrato, esto por el nivel de variabilidad de riqueza específica que tiene cada sitio en sus diferentes estratos.

*Tabla 37 Resumen del cálculo de tamaño de muestra por cada estrato en el área de CUSTF.*

| Estrato evaluado | Tamaño de muestra calculado |
|---|---|
| Arbóreo | **32.0** |
| Arbustivo | **42.1** |
| Cactáceas | **44.1** |
| Herbáceo | **33.7** |

Si bien el procedimiento anterior muestra que se requieren 41 sitios para evaluar la riqueza y biodiversidad de la vegetación en el área de cambio de uso de suelo, usando como variable la riqueza de especies por sitio, dicho tamaño de muestra se amplió a 44 sitios, poniendo mayor énfasis en el análisis realizado mediante las curvas de acumulación de especies, mismo que se presenta en el siguiente apartado.

De acuerdo con la información recabada en el muestreo se obtuvo una **riqueza específica en cada estrato: para el estrato arbóreo 19 especies, estrato arbustivo 33 especies, para el estrato de las cactáceas 2 especies y en el estrato herbáceo 16 especies.**

Sin embargo, considerar como valor absoluto la cantidad de especies para un área determinada es subestimar el número total de especies (S) encontradas en un muestreo, ya que no todas tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución, por lo que no se estarían reportando las especies “raras” o de baja distribución en un ecosistema o unidad geográfica determinada. Por lo anterior, se tienen técnicas que miden la “rarefacción” de ciertas especies y su extrapolación con el objetivo de estimar el número real de las especies en el área de estudio.

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia **para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada** son las **curvas de acumulación de especies**. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, eso indicará que el esfuerzo de muestreo es el adecuado.

La ecuación de Clench es el modelo más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. Esta ecuación está recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo (es decir, cuanta más experiencia se gana con el método de muestreo y con el grupo taxonómico), mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberón & Llorente, 1993, citado por Jiménez & Hortal, 2003); su expresión matemática es:

$$S_n = a*n/(1 + b*n)$$

Dónde: ***a*** es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y ***b*** es un parámetro relacionado con la forma de la curva.

Para determinar si la muestra es representativa para las especies presentes en el área de CUSTF, se empleó el software *EstimateSwin 9.1* y *StatSoft Statistica 10 enterprise* para una aleatorización de los datos de riqueza acumulada y posterior estimación de la riqueza verdadera, a partir de la riqueza muestreada mediante la función de Clench.

## Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo se encontraron **19 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades** de 100m$^2$, se ajustó el modelo de Clench a los datos obtenidos en el muestreo.

*Tabla 38 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato arbóreo de la zona de CUSTF.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 68.55 | 7.27 | 4.90 | 3.64 | 4.11 | 10.43 | 1.84 | 7.28 |
| 2 | 137.09 | 9.55 | 7.79 | 2.30 | 5.93 | 13.16 | 1.71 | 4.67 |
| 3 | 205.64 | 10.76 | 9.70 | 1.58 | 7.01 | 14.5 | 1.92 | 3.91 |
| 4 | 274.18 | 11.55 | 11.05 | 1.15 | 7.77 | 15.33 | 1.79 | 3.15 |
| 5 | 342.73 | 12.13 | 12.05 | 0.88 | 8.36 | 15.91 | 1.86 | 3.04 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 411.27 | 12.6 | 12.84 | 0.69 | 8.86 | 16.35 | 1.9 | 2.84 |
| 7 | 479.82 | 12.99 | 13.46 | 0.56 | 9.28 | 16.71 | 1.78 | 2.6 |
| 8 | 548.36 | 13.33 | 13.97 | 0.46 | 9.66 | 17.01 | 1.78 | 2.5 |
| 9 | 616.91 | 13.64 | 14.39 | 0.39 | 10.01 | 17.26 | 1.72 | 2.32 |
| 10 | 685.45 | 13.91 | 14.75 | 0.33 | 10.33 | 17.49 | 1.76 | 2.31 |
| 11 | 754.00 | 14.16 | 15.05 | 0.28 | 10.63 | 17.69 | 1.9 | 2.44 |
| 12 | 822.55 | 14.39 | 15.32 | 0.25 | 10.92 | 17.87 | 1.93 | 2.45 |
| 13 | 891.09 | 14.62 | 15.55 | 0.22 | 11.19 | 18.04 | 1.96 | 2.58 |
| 14 | 959.64 | 14.83 | 15.75 | 0.19 | 11.44 | 18.21 | 1.98 | 2.68 |
| 15 | 1028.18 | 15.03 | 15.93 | 0.17 | 11.69 | 18.36 | 2 | 2.75 |
| 16 | 1096.73 | 15.22 | 16.09 | 0.15 | 11.93 | 18.51 | 2.08 | 2.9 |
| 17 | 1165.27 | 15.41 | 16.24 | 0.14 | 12.16 | 18.65 | 2.13 | 2.98 |
| 18 | 1233.82 | 15.59 | 16.37 | 0.13 | 12.38 | 18.79 | 2.23 | 3.1 |
| 19 | 1302.36 | 15.76 | 16.49 | 0.11 | 12.59 | 18.93 | 2.21 | 3.09 |
| 20 | 1370.91 | 15.93 | 16.60 | 0.10 | 12.8 | 19.07 | 2.3 | 3.18 |
| 21 | 1439.45 | 16.1 | 16.70 | 0.10 | 12.99 | 19.21 | 2.35 | 3.27 |
| 22 | 1508.00 | 16.26 | 16.79 | 0.09 | 13.19 | 19.34 | 2.49 | 3.47 |
| 23 | 1576.55 | 16.42 | 16.88 | 0.08 | 13.37 | 19.47 | 2.61 | 3.57 |
| 24 | 1645.09 | 16.58 | 16.95 | 0.08 | 13.55 | 19.6 | 2.68 | 3.67 |
| 25 | 1713.64 | 16.73 | 17.03 | 0.07 | 13.72 | 19.73 | 2.76 | 3.76 |
| 26 | 1782.18 | 16.88 | 17.09 | 0.07 | 13.89 | 19.86 | 2.8 | 3.82 |
| 27 | 1850.73 | 17.02 | 17.16 | 0.06 | 14.05 | 19.99 | 2.9 | 3.91 |
| 28 | 1919.27 | 17.16 | 17.22 | 0.06 | 14.21 | 20.12 | 2.92 | 3.96 |
| 29 | 1987.82 | 17.3 | 17.27 | 0.05 | 14.36 | 20.24 | 2.95 | 4.02 |
| 30 | 2056.36 | 17.44 | 17.32 | 0.05 | 14.51 | 20.37 | 3.03 | 4.12 |
| 31 | 2124.91 | 17.58 | 17.37 | 0.05 | 14.66 | 20.5 | 3.05 | 4.17 |
| 32 | 2193.45 | 17.7 | 17.42 | 0.04 | 14.78 | 20.61 | 3.08 | 4.23 |
| 33 | 2262.00 | 17.83 | 17.46 | 0.04 | 14.92 | 20.74 | 3.12 | 4.28 |
| 34 | 2330.55 | 17.95 | 17.50 | 0.04 | 15.04 | 20.86 | 3.11 | 4.29 |
| 35 | 2399.09 | 18.07 | 17.54 | 0.04 | 15.16 | 20.97 | 3.06 | 4.24 |
| 36 | 2467.64 | 18.18 | 17.58 | 0.04 | 15.28 | 21.09 | 3.04 | 4.25 |
| 37 | 2536.18 | 18.3 | 17.62 | 0.03 | 15.39 | 21.21 | 3.01 | 4.2 |
| 38 | 2604.73 | 18.41 | 17.65 | 0.03 | 15.49 | 21.32 | 3.03 | 4.19 |
| 39 | 2673.27 | 18.51 | 17.68 | 0.03 | 15.6 | 21.43 | 2.94 | 4.1 |
| 40 | 2741.82 | 18.62 | 17.71 | 0.03 | 15.69 | 21.54 | 3.01 | 4.19 |
| 41 | 2810.36 | 18.72 | 17.74 | 0.03 | 15.79 | 21.65 | 2.93 | 4.08 |
| 42 | 2878.91 | 18.82 | 17.77 | 0.03 | 15.87 | 21.76 | 3.01 | 4.1 |
| 43 | 2947.45 | 18.91 | 17.80 | 0.03 | 15.96 | 21.86 | 3.03 | 4.1 |
| 44 | 3016.00 | 19 | 17.82 | 0.02 | 16.03 | 21.97 | 3 | 4 |

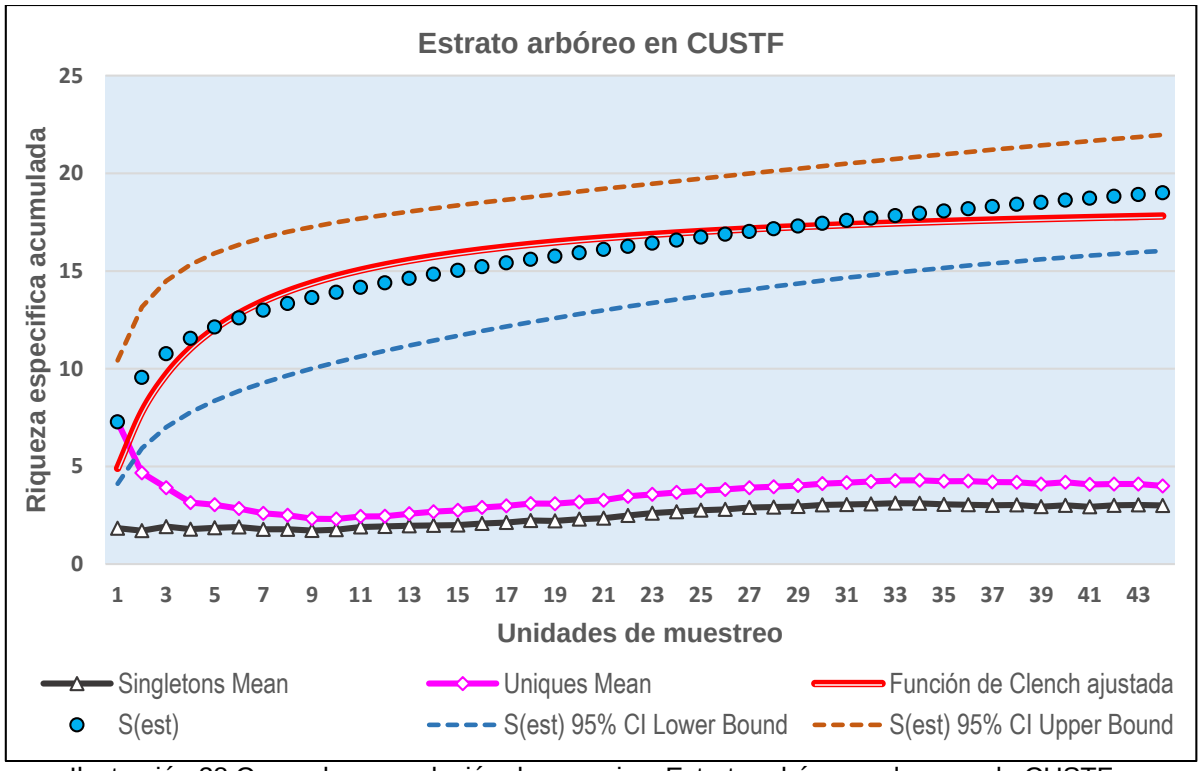



Ilustración 38 Curva de acumulación de especies: Estrato arbóreo en la zona de CUSTF.

De acuerdo con la gráfica anterior, con la función exponencial negativa ajustada, la gráfica se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 22**; en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, por lo que se comprueba que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación de especies se está tornando asintótica sitios antes del esfuerzo de muestreo aplicado.

Por otra parte, en el mismo gráfico se incluyen las curvas de los 'singletons o uniques' (especies representadas por un individuo), ya que dichas curvas son también un buen indicador de la representatividad del muestreo. Cuando estas curvas **son asintóticas o tienden a descender**, como se observa, indican que se ha logrado un buen muestreo, pues se ha considerado la mayoría de las especies catalogadas como "raras" o "únicas" dentro del ecosistema.

## Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se encontraron **33 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades** de 100 $m^2$; se ajustó el modelo de Clench a los datos obtenidos en el muestreo.

*Tabla 39 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato arbustivo de la zona de CUSTF.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 126.02 | 11.45 | 8.25 | 6.24 | 7.01 | 15.9 | 1.97 | 11.06 |
| 2 | 252.05 | 15.41 | 13.27 | 4.03 | 10.19 | 20.63 | 2.71 | 7.84 |
| 3 | 378.07 | 17.75 | 16.64 | 2.82 | 12.23 | 23.28 | 3.14 | 7.3 |
| 4 | 504.09 | 19.45 | 19.06 | 2.08 | 13.74 | 25.16 | 3.38 | 7.08 |
| 5 | 630.11 | 20.79 | 20.89 | 1.60 | 14.94 | 26.64 | 3.39 | 7.07 |
| 6 | 756.14 | 21.9 | 22.31 | 1.27 | 15.94 | 27.86 | 3.34 | 6.76 |
| 7 | 882.16 | 22.84 | 23.45 | 1.03 | 16.78 | 28.9 | 3.31 | 6.54 |
| 8 | 1008.18 | 23.64 | 24.39 | 0.85 | 17.5 | 29.79 | 3.28 | 6.34 |
| 9 | 1134.20 | 24.34 | 25.17 | 0.72 | 18.13 | 30.56 | 3.3 | 6.26 |
| 10 | 1260.23 | 24.96 | 25.83 | 0.61 | 18.69 | 31.23 | 3.41 | 6.09 |
| 11 | 1386.25 | 25.5 | 26.40 | 0.53 | 19.18 | 31.83 | 3.45 | 5.99 |
| 12 | 1512.27 | 25.99 | 26.89 | 0.46 | 19.63 | 32.36 | 3.4 | 5.78 |
| 13 | 1638.30 | 26.43 | 27.32 | 0.40 | 20.03 | 32.83 | 3.37 | 5.53 |
| 14 | 1764.32 | 26.83 | 27.70 | 0.36 | 20.4 | 33.26 | 3.39 | 5.38 |
| 15 | 1890.34 | 27.19 | 28.04 | 0.32 | 20.74 | 33.64 | 3.4 | 5.25 |
| 16 | 2016.36 | 27.53 | 28.34 | 0.29 | 21.05 | 34 | 3.44 | 5.2 |
| 17 | 2142.39 | 27.84 | 28.62 | 0.26 | 21.35 | 34.33 | 3.5 | 5.17 |
| 18 | 2268.41 | 28.13 | 28.86 | 0.24 | 21.62 | 34.63 | 3.53 | 5.19 |
| 19 | 2394.43 | 28.4 | 29.09 | 0.21 | 21.88 | 34.92 | 3.47 | 5.02 |
| 20 | 2520.45 | 28.65 | 29.29 | 0.20 | 22.12 | 35.18 | 3.42 | 4.93 |
| 21 | 2646.48 | 28.89 | 29.48 | 0.18 | 22.35 | 35.44 | 3.47 | 4.88 |
| 22 | 2772.50 | 29.12 | 29.66 | 0.17 | 22.57 | 35.68 | 3.52 | 4.83 |
| 23 | 2898.52 | 29.35 | 29.82 | 0.15 | 22.78 | 35.91 | 3.57 | 4.72 |
| 24 | 3024.55 | 29.56 | 29.96 | 0.14 | 22.98 | 36.13 | 3.76 | 4.86 |
| 25 | 3150.57 | 29.76 | 30.10 | 0.13 | 23.18 | 36.35 | 3.87 | 4.92 |
| 26 | 3276.59 | 29.96 | 30.23 | 0.12 | 23.36 | 36.56 | 3.99 | 5 |
| 27 | 3402.61 | 30.15 | 30.35 | 0.12 | 23.54 | 36.76 | 4.05 | 4.99 |
| 28 | 3528.64 | 30.34 | 30.46 | 0.11 | 23.72 | 36.96 | 4.12 | 5.04 |
| 29 | 3654.66 | 30.52 | 30.57 | 0.10 | 23.89 | 37.16 | 4.2 | 5.13 |
| 30 | 3780.68 | 30.7 | 30.67 | 0.10 | 24.05 | 37.35 | 4.34 | 5.28 |
| 31 | 3906.70 | 30.89 | 30.76 | 0.09 | 24.23 | 37.55 | 4.39 | 5.35 |
| 32 | 4032.73 | 31.05 | 30.85 | 0.09 | 24.37 | 37.73 | 4.47 | 5.42 |
| 33 | 4158.75 | 31.22 | 30.93 | 0.08 | 24.53 | 37.91 | 4.54 | 5.49 |
| 34 | 4284.77 | 31.39 | 31.01 | 0.08 | 24.67 | 38.1 | 4.63 | 5.56 |
| 35 | 4410.80 | 31.55 | 31.08 | 0.07 | 24.82 | 38.29 | 4.73 | 5.66 |
| 36 | 4536.82 | 31.72 | 31.15 | 0.07 | 24.96 | 38.47 | 4.85 | 5.78 |
| 37 | 4662.84 | 31.88 | 31.22 | 0.07 | 25.11 | 38.66 | 5.05 | 5.98 |
| 38 | 4788.86 | 32.04 | 31.28 | 0.06 | 25.24 | 38.84 | 5.22 | 6.13 |
| 39 | 4914.89 | 32.2 | 31.34 | 0.06 | 25.38 | 39.03 | 5.31 | 6.24 |
| 40 | 5040.91 | 32.36 | 31.40 | 0.06 | 25.51 | 39.21 | 5.53 | 6.49 |
| 41 | 5166.93 | 32.52 | 31.46 | 0.05 | 25.64 | 39.4 | 5.61 | 6.59 |
| 42 | 5292.95 | 32.68 | 31.51 | 0.05 | 25.77 | 39.59 | 5.76 | 6.74 |
| 43 | 5418.98 | 32.84 | 31.56 | 0.05 | 25.9 | 39.78 | 5.89 | 6.87 |
| 44 | 5545.00 | 33 | 31.61 | 0.05 | 26.03 | 39.97 | 6 | 7 |

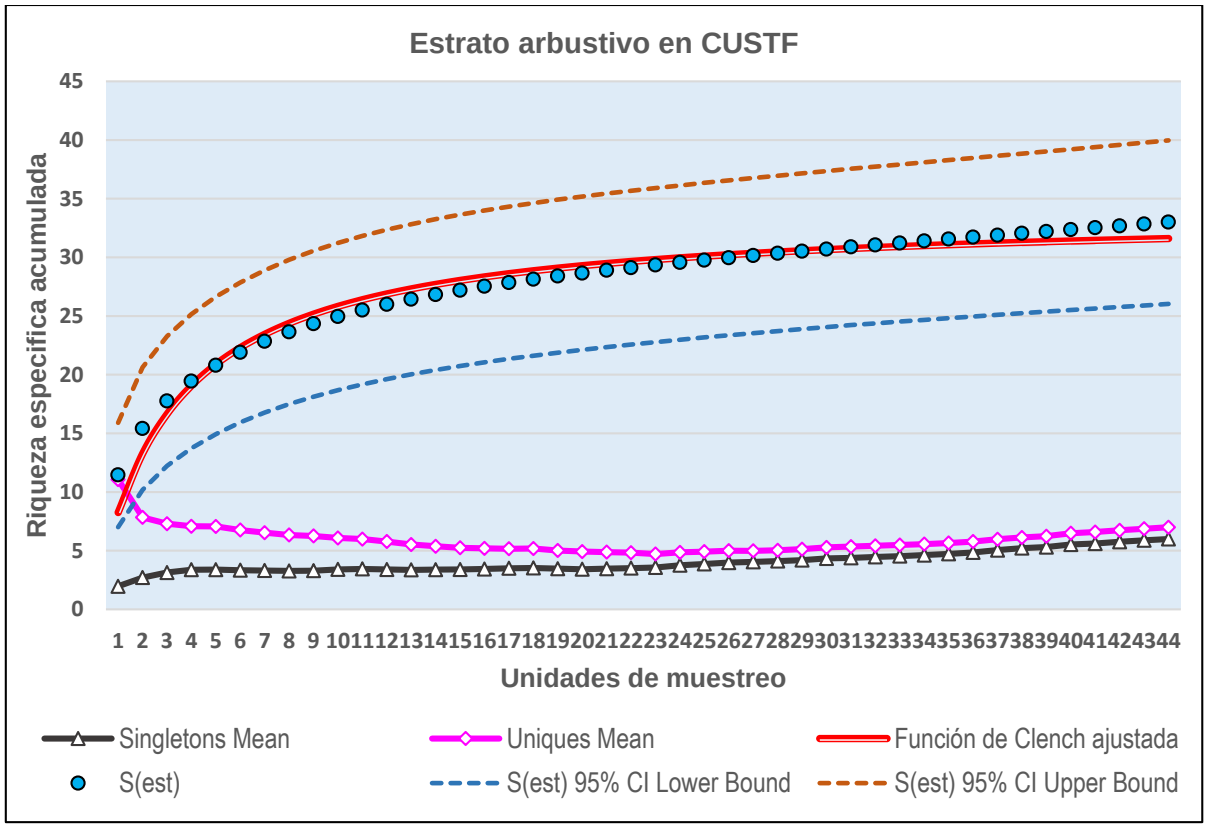



Ilustración 39 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la zona de CUSTF.

Con la función exponencial negativa ajustada, la gráfica se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 31**; es decir que, en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, por lo que se comprueba que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación de especies se está tornando asintótica sitios antes del esfuerzo de muestreo aplicado a este proyecto.

En el mismo gráfico se incluyen las curvas de los 'singletons o uniques' (especies representadas por un individuo), ya que dichas curvas son también un buen indicador de la representatividad del muestreo. Cuando estas curvas **son asintóticas o tienden a descender**, indicando que se ha logrado un buen muestreo, pues se ha considerado la mayoría de las especies catalogadas como "raras" o "únicas" dentro del ecosistema.

## Estrato cactáceas

Para el estrato cactáceas se encontraron **2 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades** de 100 $m^2$; se ajustó el modelo de Clench a los datos obtenidos en el muestreo.

*Tabla 40 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato cactáceas de la zona de CUSTF.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.18 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.02 | 0.21 | 0.06 | 0.12 |
| 2 | 0.36 | 0.22 | 0.23 | 0.11 | 0.04 | 0.4 | 0.1 | 0.21 |
| 3 | 0.55 | 0.32 | 0.33 | 0.10 | 0.06 | 0.58 | 0.12 | 0.3 |
| 4 | 0.73 | 0.42 | 0.43 | 0.09 | 0.09 | 0.74 | 0.12 | 0.33 |
| 5 | 0.91 | 0.51 | 0.51 | 0.09 | 0.12 | 0.9 | 0.14 | 0.39 |
| 6 | 1.09 | 0.59 | 0.60 | 0.08 | 0.15 | 1.04 | 0.17 | 0.45 |
| 7 | 1.27 | 0.67 | 0.67 | 0.08 | 0.18 | 1.16 | 0.19 | 0.52 |
| 8 | 1.45 | 0.75 | 0.75 | 0.07 | 0.22 | 1.28 | 0.2 | 0.53 |
| 9 | 1.64 | 0.82 | 0.82 | 0.07 | 0.25 | 1.39 | 0.22 | 0.6 |
| 10 | 1.82 | 0.89 | 0.88 | 0.06 | 0.29 | 1.48 | 0.21 | 0.64 |
| 11 | 2 | 0.95 | 0.94 | 0.06 | 0.33 | 1.57 | 0.2 | 0.65 |
| 12 | 2.18 | 1.01 | 1.00 | 0.06 | 0.37 | 1.65 | 0.21 | 0.7 |
| 13 | 2.36 | 1.06 | 1.06 | 0.05 | 0.41 | 1.72 | 0.22 | 0.72 |
| 14 | 2.55 | 1.12 | 1.11 | 0.05 | 0.45 | 1.78 | 0.22 | 0.71 |
| 15 | 2.73 | 1.17 | 1.16 | 0.05 | 0.49 | 1.84 | 0.25 | 0.76 |
| 16 | 2.91 | 1.21 | 1.21 | 0.05 | 0.54 | 1.89 | 0.2 | 0.71 |
| 17 | 3.09 | 1.26 | 1.25 | 0.04 | 0.59 | 1.93 | 0.21 | 0.69 |
| 18 | 3.27 | 1.3 | 1.29 | 0.04 | 0.63 | 1.97 | 0.21 | 0.73 |
| 19 | 3.45 | 1.34 | 1.33 | 0.04 | 0.68 | 2 | 0.2 | 0.74 |
| 20 | 3.64 | 1.38 | 1.37 | 0.04 | 0.73 | 2.02 | 0.13 | 0.7 |
| 21 | 3.82 | 1.41 | 1.41 | 0.04 | 0.78 | 2.05 | 0.12 | 0.68 |
| 22 | 4 | 1.45 | 1.45 | 0.04 | 0.83 | 2.06 | 0.13 | 0.7 |
| 23 | 4.18 | 1.48 | 1.48 | 0.03 | 0.88 | 2.08 | 0.14 | 0.73 |
| 24 | 4.36 | 1.51 | 1.51 | 0.03 | 0.93 | 2.09 | 0.13 | 0.77 |
| 25 | 4.55 | 1.54 | 1.55 | 0.03 | 0.98 | 2.1 | 0.13 | 0.76 |
| 26 | 4.73 | 1.57 | 1.58 | 0.03 | 1.03 | 2.1 | 0.11 | 0.72 |
| 27 | 4.91 | 1.6 | 1.61 | 0.03 | 1.08 | 2.11 | 0.1 | 0.7 |
| 28 | 5.09 | 1.62 | 1.63 | 0.03 | 1.14 | 2.11 | 0.09 | 0.7 |
| 29 | 5.27 | 1.65 | 1.66 | 0.03 | 1.19 | 2.11 | 0.08 | 0.7 |
| 30 | 5.45 | 1.67 | 1.69 | 0.03 | 1.24 | 2.11 | 0.05 | 0.7 |
| 31 | 5.64 | 1.7 | 1.71 | 0.02 | 1.3 | 2.1 | 0.04 | 0.68 |
| 32 | 5.82 | 1.72 | 1.74 | 0.02 | 1.35 | 2.1 | 0.03 | 0.7 |
| 33 | 6 | 1.75 | 1.76 | 0.02 | 1.4 | 2.09 | 0.03 | 0.73 |
| 34 | 6.18 | 1.77 | 1.78 | 0.02 | 1.46 | 2.08 | 0.02 | 0.75 |
| 35 | 6.36 | 1.79 | 1.80 | 0.02 | 1.51 | 2.08 | 0.01 | 0.75 |
| 36 | 6.55 | 1.82 | 1.83 | 0.02 | 1.57 | 2.07 | 0.01 | 0.78 |
| 37 | 6.73 | 1.84 | 1.85 | 0.02 | 1.62 | 2.06 | 0 | 0.81 |
| 38 | 6.91 | 1.86 | 1.87 | 0.02 | 1.67 | 2.05 | 0 | 0.85 |
| 39 | 7.09 | 1.89 | 1.89 | 0.02 | 1.73 | 2.04 | 0 | 0.89 |
| 40 | 7.27 | 1.91 | 1.90 | 0.02 | 1.78 | 2.04 | 0 | 0.91 |
| 41 | 7.45 | 1.93 | 1.92 | 0.02 | 1.84 | 2.03 | 0 | 0.94 |
| 42 | 7.64 | 1.95 | 1.94 | 0.02 | 1.89 | 2.02 | 0 | 0.97 |
| 43 | 7.82 | 1.98 | 1.96 | 0.02 | 1.95 | 2.01 | 0 | 1 |
| 44 | 8 | 2 | 1.97 | 0.02 | 2 | 2 | 0 | 1 |

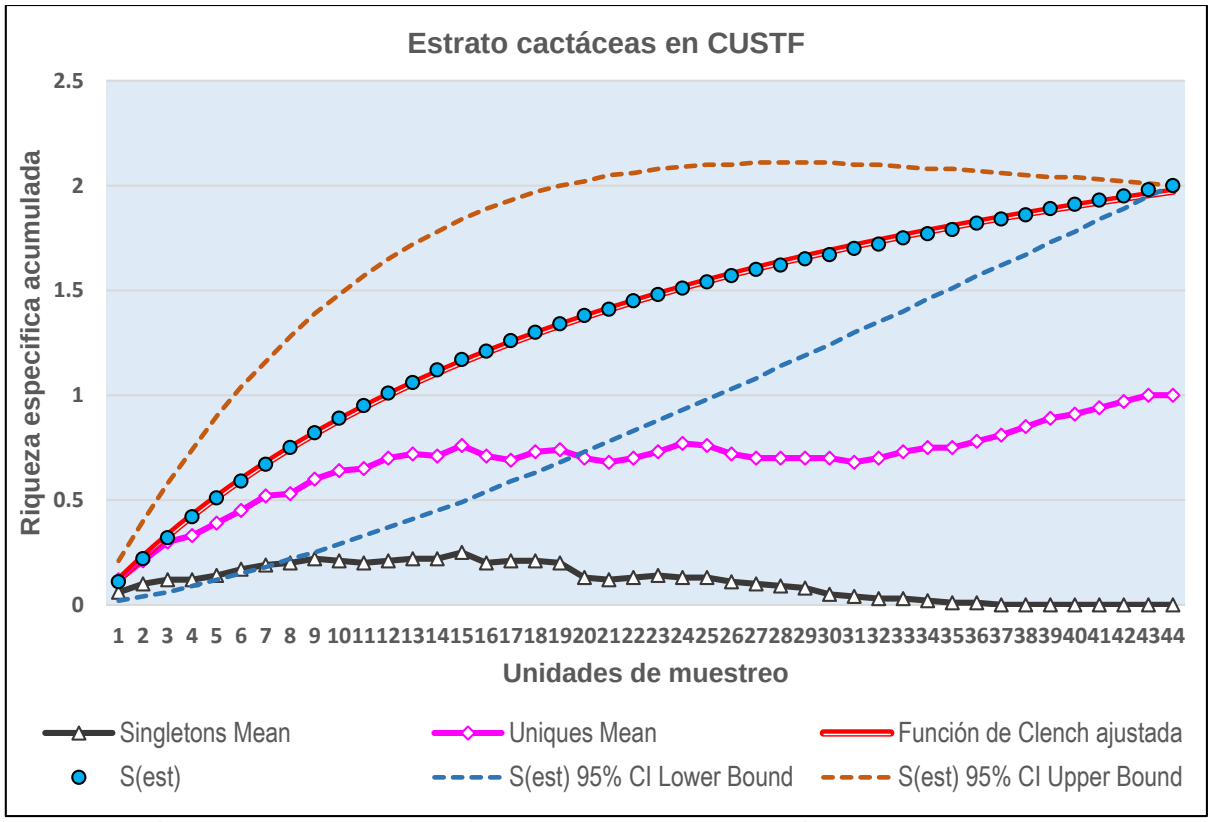



Ilustración 40 Curva de acumulación de especies: Estrato cactáceas en la zona de CUSTF

Considerando la pendiente en cada punto de la función exponencial negativa ajustada a los datos, la gráfica se muestra asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 4**; es decir, la pendiente de la curva a partir de este punto está tendiendo a cero, por lo que se comprueba que el inventario aplicado es fiable y riguroso.

En el mismo gráfico se incluyó las curvas de los 'singletons o uniques' (especies representadas por un individuo), ya que dichas curvas son también un buen indicador de la representatividad del muestreo. Cuando estas curvas **son asintóticas o tienden a descender**, indican que se ha logrado un buen muestreo, pues se ha considerado la mayoría de las especies catalogadas como "raras" o "únicas" dentro del ecosistema.

## Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo se encontraron **16 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades** de 1.0 $m^2$; se ajustó el modelo de Clench a los datos obtenidos en el muestreo.

*Tabla 41 Aleatorización de datos y cálculo de la riqueza específica del estrato herbáceo de la zona de CUSTF.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.64 | 2.48 | 1.90 | 1.71 | 1.16 | 3.79 | 1.54 | 2.42 |
| 2 | 11.27 | 4.19 | 3.45 | 1.41 | 2.21 | 6.17 | 2.28 | 3.64 |
| 3 | 16.91 | 5.44 | 4.74 | 1.18 | 3.1 | 7.78 | 2.58 | 3.95 |
| 4 | 22.55 | 6.41 | 5.83 | 1.01 | 3.88 | 8.94 | 2.68 | 4.04 |
| 5 | 28.18 | 7.2 | 6.77 | 0.87 | 4.57 | 9.83 | 2.66 | 4.09 |
| 6 | 33.82 | 7.87 | 7.58 | 0.76 | 5.2 | 10.54 | 2.66 | 3.98 |
| 7 | 39.45 | 8.44 | 8.29 | 0.67 | 5.76 | 11.12 | 2.7 | 4.06 |
| 8 | 45.09 | 8.94 | 8.92 | 0.59 | 6.28 | 11.61 | 2.77 | 4.13 |
| 9 | 50.73 | 9.4 | 9.48 | 0.53 | 6.77 | 12.03 | 2.71 | 4.09 |
| 10 | 56.36 | 9.81 | 9.98 | 0.47 | 7.22 | 12.41 | 2.78 | 4.15 |
| 11 | 62.00 | 10.2 | 10.43 | 0.43 | 7.64 | 12.76 | 2.67 | 4.08 |
| 12 | 67.64 | 10.56 | 10.83 | 0.39 | 8.04 | 13.07 | 2.63 | 4.15 |
| 13 | 73.27 | 10.89 | 11.20 | 0.35 | 8.41 | 13.37 | 2.49 | 4.14 |
| 14 | 78.91 | 11.21 | 11.54 | 0.32 | 8.77 | 13.64 | 2.45 | 4.21 |
| 15 | 84.55 | 11.51 | 11.85 | 0.30 | 9.11 | 13.91 | 2.45 | 4.22 |
| 16 | 90.18 | 11.79 | 12.13 | 0.27 | 9.43 | 14.15 | 2.4 | 4.34 |
| 17 | 95.82 | 12.06 | 12.39 | 0.25 | 9.73 | 14.39 | 2.3 | 4.36 |
| 18 | 101.45 | 12.32 | 12.64 | 0.23 | 10.02 | 14.61 | 2.24 | 4.36 |
| 19 | 107.09 | 12.56 | 12.86 | 0.22 | 10.3 | 14.83 | 2.23 | 4.43 |
| 20 | 112.73 | 12.79 | 13.07 | 0.20 | 10.56 | 15.03 | 2.18 | 4.46 |
| 21 | 118.36 | 13.01 | 13.27 | 0.19 | 10.81 | 15.22 | 2.17 | 4.49 |
| 22 | 124.00 | 13.23 | 13.45 | 0.18 | 11.04 | 15.41 | 2.2 | 4.64 |
| 23 | 129.64 | 13.43 | 13.62 | 0.17 | 11.27 | 15.59 | 2.18 | 4.64 |
| 24 | 135.27 | 13.62 | 13.79 | 0.16 | 11.48 | 15.76 | 2.14 | 4.66 |
| 25 | 140.91 | 13.8 | 13.94 | 0.15 | 11.69 | 15.92 | 2.17 | 4.64 |
| 26 | 146.55 | 13.98 | 14.08 | 0.14 | 11.88 | 16.07 | 2.1 | 4.61 |
| 27 | 152.18 | 14.14 | 14.22 | 0.13 | 12.06 | 16.22 | 1.99 | 4.53 |
| 28 | 157.82 | 14.3 | 14.34 | 0.12 | 12.24 | 16.36 | 1.89 | 4.54 |
| 29 | 163.45 | 14.45 | 14.47 | 0.12 | 12.41 | 16.5 | 1.69 | 4.47 |
| 30 | 169.09 | 14.6 | 14.58 | 0.11 | 12.57 | 16.63 | 1.6 | 4.43 |
| 31 | 174.73 | 14.74 | 14.69 | 0.11 | 12.72 | 16.76 | 1.53 | 4.38 |
| 32 | 180.36 | 14.87 | 14.79 | 0.10 | 12.86 | 16.87 | 1.46 | 4.33 |
| 33 | 186.00 | 14.99 | 14.89 | 0.10 | 12.99 | 16.99 | 1.26 | 4.16 |
| 34 | 191.64 | 15.11 | 14.99 | 0.09 | 13.12 | 17.1 | 1.13 | 4.07 |
| 35 | 197.27 | 15.22 | 15.08 | 0.09 | 13.24 | 17.2 | 0.98 | 3.98 |
| 36 | 202.91 | 15.33 | 15.16 | 0.08 | 13.35 | 17.31 | 0.8 | 3.85 |
| 37 | 208.55 | 15.43 | 15.25 | 0.08 | 13.45 | 17.4 | 0.69 | 3.77 |
| 38 | 214.18 | 15.52 | 15.32 | 0.08 | 13.55 | 17.5 | 0.62 | 3.71 |
| 39 | 219.82 | 15.62 | 15.40 | 0.07 | 13.65 | 17.58 | 0.47 | 3.55 |
| 40 | 225.45 | 15.7 | 15.47 | 0.07 | 13.73 | 17.67 | 0.35 | 3.43 |
| 41 | 231.09 | 15.78 | 15.54 | 0.07 | 13.81 | 17.75 | 0.24 | 3.33 |
| 42 | 236.73 | 15.86 | 15.61 | 0.07 | 13.88 | 17.83 | 0.2 | 3.29 |
| 43 | 242.36 | 15.93 | 15.67 | 0.06 | 13.95 | 17.91 | 0.09 | 3.13 |
| 44 | 248.00 | 16 | 15.74 | 0.06 | 14.01 | 17.99 | 0 | 3 |

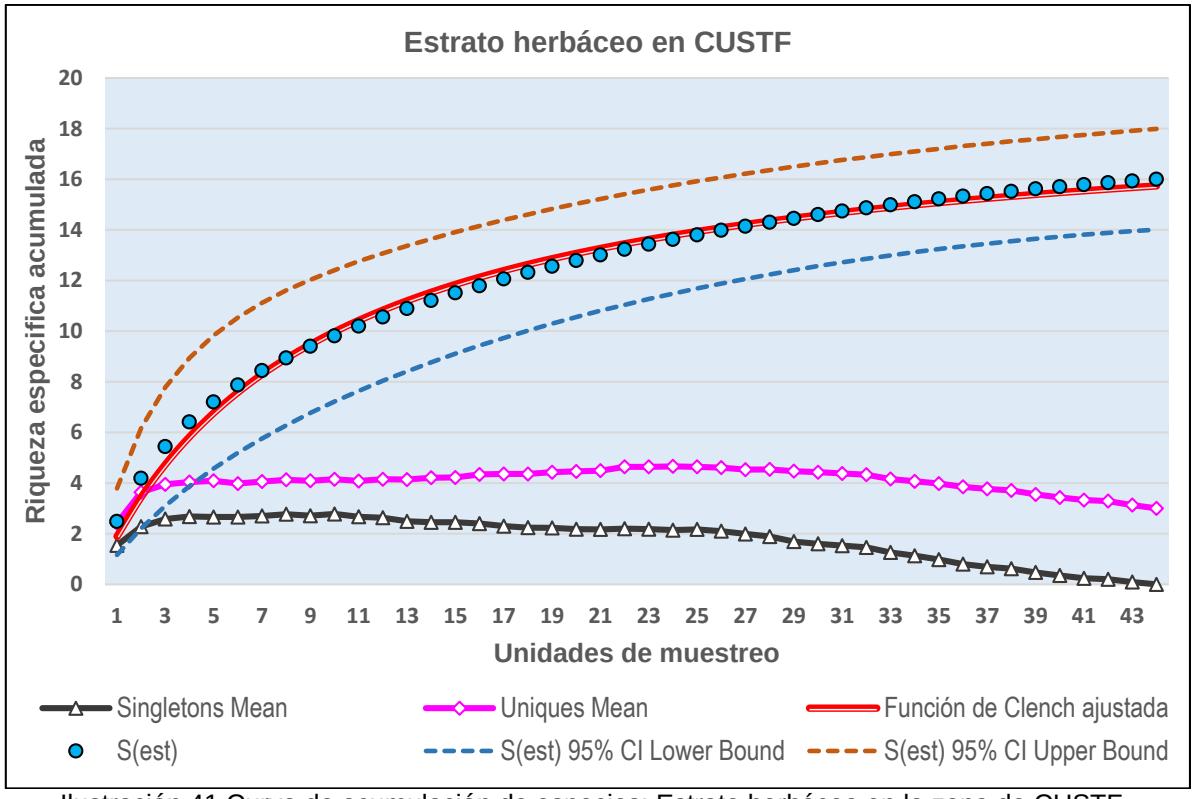



Ilustración 41 Curva de acumulación de especies: Estrato herbáceo en la zona de CUSTF.

Considerando la pendiente en cada punto de la función de exponencial negativa ajustada a los datos, la gráfica se muestra asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 34**; es decir, la pendiente de la curva a partir de este punto está tendiendo a cero, por lo que se comprueba que el inventario aplicado es fiable y riguroso.

De acuerdo a los análisis anteriores, se concluye que la confiabilidad del muestreo es buena y suficiente para estimar índices de diversidad y de valor de importancia de los 4 estratos encontrados en el área de cambio de uso de suelo, pues son representativos y se encontró buena parte de la riqueza especifica en dichos grupos.

### *I.9.4.6. Análisis de las abundancias relativas*

La abundancia relativa es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa
Ax = Número total de individuos de la especie x
$A_{total}$ = Número Total de individuos de todas las especies

El análisis de las abundancias relativas de las especies en cada estrato del ecosistema evaluado, **permite conocer un elemento del valor de importancia ecológica de las especies**. Para tener un punto de comparación entre las dos unidades de análisis (área de CUSTF y la microcuenca) se ha calculado la densidad o abundancia por hectárea, para cada especie y su respectivo valor de abundancia relativa, con ello se detecta a las especies que presentan densidades más altas en las áreas de CUSTF que en la microcuenca, ello ayuda a la **toma de decisiones sobre qué medidas de mitigación emplear, para evitar comprometer las especies vegetales en el ecosistema.**

## Estrato arbóreo

El estrato arbóreo se dividió en dos categorías **los maderables** donde se tomaron ejemplares a partir de 7.5 cm de diámetro normal, los cuales serán considerados en la estimación del volumen a remover en el polígono de CUSTF, y los **no maderables** donde entraron todos aquellos ejemplares con un diámetro normal menor de 7.5 cm. En las siguientes tablas se muestra la relación de ejemplares considerados en las diferentes categorías.

*Tabla 42 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo Maderables) Selva baja caducifolia.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Tepame | Acacia pennatula | 3 | 7 |
| 2 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 1 | 2 |
| 3 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 12 | 27 |
| 4 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 3 | 7 |
| 5 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 10 | 23 |
| | | | 29 | 66 |

*Tabla 43 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo No Maderables) Selva baja caducifolia.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2040 | 4636 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 179 | 407 |
| 3 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 127 | 289 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 97 | 220 |
| 5 | Chaca | Bursera simaruba | 19 | 43 |
| 6 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 146 | 332 |
| 7 | Shongua | Rhus pachyrrhachis | 138 | 314 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 52 | 118 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 31 | 70 |
| 10 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 116 | 264 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 16 | 36 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 7 | 16 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 7 | 16 |
| 14 | Capulín | Bumelia laetevirens | 3 | 7 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 2 | 5 |
| 16 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 1 | 2 |
| 17 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 1 | 2 |
| 18 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 1 | 2 |
| 19 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 4 | 9 |
| | | | 2,987 | 6,789 |

Para fines de estimación de los siguientes parámetros, se tomó la combinación de ambas categorías, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 44 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato arbóreo) Selva baja caducifolia*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2052 | 4664 | 68.04 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 179 | 407 | 5.94 |
| 3 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 137 | 311 | 4.54 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 100 | 227 | 3.32 |
| 5 | Chaca | Bursera simaruba | 19 | 43 | 0.63 |
| 6 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 147 | 334 | 4.87 |
| 7 | Shongua | Rhus pachyrrhachis | 138 | 314 | 4.58 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 52 | 118 | 1.72 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 31 | 70 | 1.03 |
| 10 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 116 | 264 | 3.85 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 19 | 43 | 0.63 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 7 | 16 | 0.23 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 7 | 16 | 0.23 |
| 14 | Capulín | Bumelia laetevirens | 3 | 7 | 0.10 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 2 | 5 | 0.07 |
| 16 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 1 | 2 | 0.03 |
| 17 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 1 | 2 | 0.03 |
| 18 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 1 | 2 | 0.03 |
| 19 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 4 | 9 | 0.13 |
| | | | 3016 | 6855 | 100.00 |

Para el estrato arbóreo, se encontró una riqueza de 19 especies, de las cuales la más abundante es *Flourensia laurifolia (Hoja ancha)*, con una densidad de 4,664 ejemplares/hectárea, lo que representa el 68.0% de la abundancia relativa del estrato. Las especies menos abundantes son: *el Palo zorrillo (Senna atomaria), el*

*Palo xixote (Bursera fagaroides) y el Higuerón (Ficus cotinifolia) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea y una abundancia relativa del 0.03%.*

## Estrato arbustivo

*Tabla 45 Especies de flora zona de CUSTF (estrato arbustivo) Selva Baja Caducifolia.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Frutilla | Lantana velutina | 1486 | 3377 | 27.98 |
| 2 | Rama del burro | Dalea greggii | 633 | 1439 | 11.92 |
| 3 | Canastillo | Gochnatia magna | 802 | 1823 | 15.10 |
| 4 | Damiana | Turnera diffusa | 116 | 264 | 2.18 |
| 5 | Granadillo | Xylosma flexuosum | 282 | 641 | 5.31 |
| 6 | Palillo | Neopringlea integrifolia | 648 | 1473 | 12.20 |
| 7 | Pasilla | Citharexylum berlandieri | 193 | 439 | 3.63 |
| 8 | Salvia prieta | Salvia melissodora | 162 | 368 | 3.05 |
| 9 | Pasillo | Osmanthus americanus | 8 | 18 | 0.15 |
| 10 | Candelón | Parthenium tomentosum | 30 | 68 | 0.56 |
| 11 | P Laurel | Malpighia glabra | 289 | 657 | 5.44 |
| 12 | Güito | Marsdenia coulteri | 10 | 23 | 0.19 |
| 13 | Malvarisco | Sida acuta | 31 | 70 | 0.58 |
| 14 | Solimán peludo | Croton ciliato-glandulosus | 183 | 416 | 3.45 |
| 15 | Chupona morada | Abutilon gaumeri | 3 | 7 | 0.06 |
| 16 | Chioccoca | Chiococca alba | 39 | 89 | 0.73 |
| 17 | Tripa de vaca | Cissus sicyoides | 8 | 18 | 0.15 |
| 18 | Cordia | Cordia globosa | 8 | 18 | 0.15 |
| 19 | Hierba del negro | Eupatorium areolare | 63 | 143 | 1.19 |
| 20 | Limoncillo | Helietta parvifolia | 1 | 2 | 0.02 |
| 21 | Salvia blanca | Hyptis albida | 9 | 20 | 0.17 |
| 22 | Orégano | Lippia graveolens | 31 | 70 | 0.58 |
| 23 | Frutillilla | Lippia oaxacana | 61 | 139 | 1.15 |
| 24 | Candela | Montanoa tomentosa | 26 | 59 | 0.49 |
| 25 | Cruceta | Pisonia aculeata | 1 | 2 | 0.02 |
| 26 | Huevo de gato | Solanum hirtum | 2 | 5 | 0.04 |
| 27 | Sosa | Solanum verbascifolium | 1 | 2 | 0.02 |
| 28 | San pedro | Tecoma stans | 1 | 2 | 0.02 |
| 29 | Árnica de monte | Trixis inula | 1 | 2 | 0.02 |
| 30 | Tomate de guía | Urvillea ulmacea | 11 | 25 | 0.21 |
| 31 | Hierba del toro | Verbesina persicifolia | 41 | 93 | 0.77 |
| 32 | Vara prieta AM | Verbesina virgata | 1 | 2 | 0.02 |
| 33 | Sarabuyo | Karwinskia humboldtiana | 130 | 295 | 2.45 |
| | | | 5311 | 12070 | 100 |

Para el estrato arbustivo se encontró una riqueza de 33 especies, de la más abundante es *Lantana velutina* (Frutilla), con una densidad de 3,377 ejemplares/hectárea, lo que representa el 27.98% de la abundancia relativa del estrato. Las especies menos abundantes son *Helietta parvifolia (Limoncillo), Pisonia*

*aculeata (Cruceta), Solanum verbascifolium (Sosa), Tecoma stans (San Pedro), Trixis inula (Árnica de monte) y Verbesina virgata (Vara prieta AM) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea y una densidad relativa de 0.02% para cada una.*

## Estrato cactáceas

*Tabla 46 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato Cactáceas) Selva Baja Caducifolia*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopalea | Nopalea dejecta | 6 | 14 | 75.00 |
| 2 | Nopalillo | Opuntia puberula | 2 | 5 | 25.00 |
| | | | 8 | 18 | 100 |

En el estrato cactáceas se encontró una riqueza de 2 especies, la más abundante es *Opuntia karwinskiana (Nopal lengua de vaca)*, con una densidad de 14 ejemplares/hectárea, lo que representa el 75% de la abundancia relativa del estrato a *Opuntia puberula* (Nopalillo) con una densidad de 5 ejemplares/hectárea tiene una abundancia relativa de 25%.

## Estrato herbáceo

*Tabla 47 Especies de flora zona de CUSTF (Estrato herbáceo) Selva Baja Caducifolia.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia en Muestreo | No. Ind/Ha | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | Evolvulus alsinoides | 99 | 22500 | 39.92 |
| 2 | Malva ayenia | Ayenia pusilla | 25 | 5682 | 10.08 |
| 3 | Justicia azul | Justicia caudata | 21 | 4773 | 8.47 |
| 4 | Trompetilla morada | Justicia pilosella | 4 | 909 | 1.61 |
| 5 | Poleo 2 | Satureja mexicana | 3 | 682 | 1.21 |
| 6 | Ruellia | Ruellia nudiflora | 15 | 3409 | 6.05 |
| 7 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 21 | 4773 | 8.47 |
| 8 | Trepadora frijol | Nissolia nelsoni | 6 | 1364 | 2.42 |
| 9 | Ortiguiya | Trafia volubilis | 30 | 6818 | 12.10 |
| 10 | Serenillo | Adiantum capillus-veneris | 4 | 909 | 1.61 |
| 11 | Olotillo | Tretamerium nervosum | 4 | 909 | 1.61 |
| 12 | Lengua de vaca | Elytraria bromoides | 3 | 682 | 1.21 |
| 13 | Pega | Priva lappulacea | 3 | 682 | 1.21 |
| 14 | Malvarisquillo | Sida procumbens | 3 | 682 | 1.21 |
| 15 | Albacaron | Ocimum campechianum | 2 | 455 | 0.81 |
| 16 | Tapa cola | Waltheria indica | 5 | 1136 | 2.02 |
| | | | 248 | 56,364 | 100 |

En el estrato herbáceo se encontró una riqueza de 16 especies, la más abundante es *Evolvulus alsinoides (Ojo de víbora)*, con una densidad de 22,500 ejemplares/hectárea, lo que representa el 39.92% de la abundancia relativa del estrato. La menos abundante es *Ocimum campechianum (Albacaron)* con una densidad de 455 ejemplares/hectárea y una abundancia relativa de 0.81%.

### *I.9.4.7. Análisis de la riqueza de especies*

La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 1967). Se presenta la riqueza encontrada en la superficie de CUSTF conforme a los registros del inventario forestal.

Para el estrato arbóreo se encontró una riqueza de 19 especies, la más abundante es *Flourensia laurifolia* (Hoja ancha), las especies menos abundantes son Palo zorrillo (*Senna atomaria*), Palo xixote (*Bursera fagaroides*) e Higuerón (*Ficus cotinifolia*) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea.

Para el estrato arbustivo se tiene una riqueza de 33 especies, la más abundante es *Lantana velutina* (Frutilla), las especies menos abundantes son *Helietta parvifolia (Limoncillo), Pisonia aculeata (Cruceta), Solanum verbascifolium (Sosa), Tecoma stans (San Pedro), Trixis inula (Árnica de monte) y Verbesina virgata (Vara prieta AM) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea.*

En las cactáceas se encontró una riqueza de 2 especies: la más abundante *Opuntia karwinskiana* (Nopal lengua de vaca), con una densidad de 14 ejemplares/hectárea y la menos abundante *Opuntia puberula* (Nopalillo) con una densidad de 5 ejemplares/hectárea.

En el estrato herbáceas se encontró una riqueza de 16 especies, la más abundante *Evolvulus alsinoides* (Ojo de víbora), la menos abundante *Ocimum campechianum* (Albacaron).

*Tabla 48 Riqueza y especies más abundantes por estrato en la superficie de CUSTF*

| Estrato | Riqueza de especies | Especies más abundantes |
|---|---|---|
| Arbóreo | 19 | Flourensia laurifolia |
| Arbustivo | 33 | Lantana velutina |
| Cactáceas | 2 | Opuntia karwinskiana |
| Herbáceo | 16 | Evolvulus alsinoides |

**Índice de biodiversidad de Shannon**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

**El Índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949)**, H', se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son *pi...pS*) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi * Ln(pi)$$

Dónde:

S – número de especies (la riqueza de especies)

pi – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i): $i = \frac{ni}{N}$

ni – número de individuos de la especie i

N – número de todos los individuos de todas las especies

*Tabla 49 Interpretación de los resultados de índice de diversidad (Aguirre, 2013).*

| Rangos | Significado |
|---|---|
| 0 – 1.35 | **Diversidad baja** |
| 1.36 – 3.5 | **Diversidad media** |
| Mayor a 3.5 | **Diversidad alta** |

Donde H' es el índice de Shannon que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como *e* (nits/ind.) o *10* (decits/ind.). Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

$$H' max = LnS$$

Por su parte la **equidad** o **índice de equitabilidad** mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001); por lo tanto, debería de decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Para cuantificar el componente de equitatibilidad de la diversidad algunos de los índices propuestos son: índice de Pielou (*J´*), índice de Sheldon ($E_{She}$), índice de Heip ($E_{He}$).

Para este proyecto en particular se utiliza el índice de Pielou (1969), *J´*, ya que este es uno de los métodos más utilizados; su fórmula es la que sigue:

$$J' = \frac{H'}{Ln\ S}$$

Dónde:

*H´* = Índice de Shannon-Wiener

*Ln S* = es la diversidad máxima (*H´max*) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativa.

*Tabla 50 Interpretación de los resultados de índice de Equidad de Pielou (Aguirre, 2013).*

| Rangos | Significancia | |
|---|---|---|
| 0 – 0.33 | Heterogéneo | Diversidad baja |
| 0.34 – 0.75 | Ligeramente heterogéneo en abundancia | Diversidad media |
| Mayor a 0.67 | Homogéneo en abundancia | Diversidad alta |

A continuación, se muestran los índices de diversidad, así como el índice de equidad obtenidos para cada estrato en la vegetación (secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia) en el área de CUSTF.

## Arbóreo

*Tabla 51 Índice de Shannon del estrato arbóreo en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Número de individuos de la especie (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2052 | 0.680 | -0.385 | 0.2620 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 179 | 0.059 | -2.824 | 0.1676 |
| 3 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 137 | 0.045 | -3.092 | 0.1404 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 100 | 0.033 | -3.407 | 0.1129 |
| 5 | Chaca | Bursera simaruba | 19 | 0.006 | -5.067 | 0.0319 |
| 6 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 147 | 0.049 | -3.021 | 0.1473 |
| 7 | Shongua | Rhus pachyrrhachis | 138 | 0.046 | -3.084 | 0.1411 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 52 | 0.017 | -4.060 | 0.0700 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 31 | 0.010 | -4.578 | 0.0471 |
| 10 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 116 | 0.038 | -3.258 | 0.1253 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 19 | 0.006 | -5.067 | 0.0319 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 7 | 0.002 | -6.066 | 0.0141 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 7 | 0.002 | -6.066 | 0.0141 |
| 14 | Capulín | Bumelia laetevirens | 3 | 0.001 | -6.913 | 0.0069 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 2 | 0.001 | -7.319 | 0.0049 |
| 16 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 1 | 0.000 | -8.012 | 0.0027 |
| 17 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 1 | 0.000 | -8.012 | 0.0027 |
| 18 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 1 | 0.000 | -8.012 | 0.0027 |
| 19 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 4 | 0.001 | -6.625 | 0.0088 |
| | | | 3,016 | Índice de diversidad: | | 1.3343 |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **2.9444** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.452** |

El estrato arbóreo en el área de CUSTF tiene una diversidad de 1.3343 *nits/ind*. Se puede considerar como una diversidad media con 19 especies diferentes; la que aporta más al índice de diversidad es *Flourensia laurifolia* por su alta abundancia; en contraparte, las especies que menos aportan a este índice por tener una baja abundancia son *Senna atomaria, Bursera fagaroides y Ficus cotinifolia.* En equidad se tiene un valor de *J´* 0.4532, lo cual se interpreta como un estrato ligeramente heterogéneo en abundancia, debido a que las especies que componen al estrato se hacen cada vez igual de abundantes.

## Arbustivo

*Tabla 52 Índice de Shannon del estrato arbustivo en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Número de individuos de la especie (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Frutilla | Lantana velutina | 1486 | 0.280 | -1.274 | 0.3564 |
| **2** | Canastillo | Gochnatia magna | 802 | 0.151 | -1.890 | 0.2855 |
| **3** | Palillo | Neopringlea integrifolia | 648 | 0.122 | -2.104 | 0.2567 |
| **4** | Rama del burro | Dalea greggii | 633 | 0.119 | -2.127 | 0.2535 |
| **5** | P Laurel | Malpighia glabra | 289 | 0.054 | -2.911 | 0.1584 |
| **6** | Granadillo | Xylosma flexuosum | 282 | 0.053 | -2.936 | 0.1559 |
| **7** | Pasilla | Citharexylum berlandieri | 193 | 0.036 | -3.315 | 0.1205 |
| **8** | Solimán peludo | Croton ciliato-glandulosus | 183 | 0.034 | -3.368 | 0.1161 |
| **9** | Salvia prieta | Salvia melissodora | 162 | 0.031 | -3.490 | 0.1065 |
| **10** | Sarabuyo | Karwinskia humboldtiana | 130 | 0.024 | -3.710 | 0.0908 |
| **11** | Damiana | Turnera diffusa | 116 | 0.022 | -3.824 | 0.0835 |
| **12** | Hierba del negro | Eupatorium areolare | 63 | 0.012 | -4.434 | 0.0526 |
| **13** | Frutillilla | Lippia oaxacana | 61 | 0.011 | -4.467 | 0.0513 |
| **14** | Hierba del toro | Verbesina persicifolia | 41 | 0.008 | -4.864 | 0.0375 |
| **15** | Chioccoca | Chiococca alba | 39 | 0.007 | -4.914 | 0.0361 |
| **16** | Malvarisco | Sida acuta | 31 | 0.006 | -5.144 | 0.0300 |
| **17** | Orégano | Lippia graveolens | 31 | 0.006 | -5.144 | 0.0300 |
| **18** | Candelón | Parthenium tomentosum | 30 | 0.006 | -5.176 | 0.0292 |
| **19** | Candela | Montanoa tomentosa | 26 | 0.005 | -5.319 | 0.0260 |
| **20** | Tomate de guía | Urvillea ulmacea | 11 | 0.002 | -6.180 | 0.0128 |
| **21** | Güito | Marsdenia coulteri | 10 | 0.002 | -6.275 | 0.0118 |
| **22** | Salvia blanca | Hyptis albida | 9 | 0.002 | -6.380 | 0.0108 |
| **23** | Pasillo | Osmanthus americanus | 8 | 0.002 | -6.498 | 0.0098 |
| **24** | Tripa de vaca | Cissus sicyoides | 8 | 0.002 | -6.498 | 0.0098 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **25** | Cordia | Cordia globosa | 8 | 0.002 | -6.498 | 0.0098 |
| **26** | Chupona morada | Abutilon gaumeri | 3 | 0.001 | -7.479 | 0.0042 |
| **27** | Huevo de gato | Solanum hirtum | 2 | 0.000 | -7.884 | 0.0030 |
| **28** | Limoncillo | Helietta parvifolia | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| **29** | Cruceta | Pisonia aculeata | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| **30** | Sosa | Solanum verbascifolium | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| **31** | San pedro | Tecoma stans | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| **32** | Árnica de monte | Trixis inula | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| **33** | Vara prieta AM | Verbesina virgata | 1 | 0.000 | -8.578 | 0.0016 |
| | | | 5311 | Índice de diversidad: | | 2.3581 |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **3.4965** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.6744** |

El estrato arbustivo en el área de CUSTF tiene una diversidad de 2.3581 *nits/ind.*; se considera una diversidad alta con 33 especies diferentes; la que aporta más al índice de diversidad es la especie *Lantana velutina* debido a su alta abundancia; en contraparte, las especies que menos aportan a este índice por tener una baja abundancia son *Helietta parvifolia, Pisonia aculeata, Solanum verbascifolium, Tecoma stans, Trixis inula y Verbesina virgata*. En equidad del estrato, se tiene un valor de *J´* 0.6744, lo cual se interpreta como un estrato homogéneo en abundancia, donde las especies que componen al estrato se hacen cada vez igual de abundantes.

## Cactáceas

*Tabla 53 Índice de Shannon del estrato cactáceas en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Número de individuos de la especie (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **Nopal lengua de vaca** | **Opuntia karwinskiana** | **6** | **0.750** | **-0.288** | **0.2158** |
| 2 | **Nopalillo** | **Opuntia puberula** | **2** | **0.250** | **-1.386** | **0.3466** |
| | | | **8** | **Índice de diversidad:** | | **0.5623** |

El estrato cactáceas en el área de CUSTF tiene una diversidad de 0.5623 nits/ind. Se considera una diversidad baja, con solo 2 especies, de las cuales Opuntia karwinskiana aporta más al índice de diversidad, debido a su alta abundancia; en contraparte, las especies que menos aportan a este índice por tener una baja abundancia por especie es Opuntia puberula. En la equidad del estrato con un valor de J´ 0.8113 se interpreta como un estrato homogéneo, donde las especies que lo componen tienden a ser igual de abundantes. Este estrato presenta un índice de equitatibilidad lo más cercano a 1.

## Herbáceo

*Tabla 54 Índice de Shannon del estrato herbáceo en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Número de individuos de la especie (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | Evolvulus alsinoides | 99 | 0.399 | -0.918 | 0.3666 |
| 2 | Malva ayenia | Ayenia pusilla | 25 | 0.101 | -2.295 | 0.2313 |
| 3 | Justicia azul | Justicia caudata | 21 | 0.085 | -2.469 | 0.2091 |
| 4 | Trompetilla morada | Justicia pilosella | 4 | 0.016 | -4.127 | 0.0666 |
| 5 | Poleo 2 | Satureja mexicana | 3 | 0.012 | -4.415 | 0.0534 |
| 6 | Ruellia | Ruellia nudiflora | 15 | 0.060 | -2.805 | 0.1697 |
| 7 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 21 | 0.085 | -2.469 | 0.2091 |
| 8 | Trepadora frijol | Nissolia nelsoni | 6 | 0.024 | -3.722 | 0.0900 |
| 9 | Ortiguiya | Trafia volubilis | 30 | 0.121 | -2.112 | 0.2555 |
| 10 | Serenillo | Adiantum capillus-veneris | 4 | 0.016 | -4.127 | 0.0666 |
| 11 | Olotillo | Tretamerium nervosum | 4 | 0.016 | -4.127 | 0.0666 |
| 12 | Lengua de vaca | Elytraria bromoides | 3 | 0.012 | -4.415 | 0.0534 |
| 13 | Pega pega | Priva lappulacea | 3 | 0.012 | -4.415 | 0.0534 |
| 14 | Malvarisquillo | Sida procumbens | 3 | 0.012 | -4.415 | 0.0534 |
| 15 | Albacaron | Ocimum campechianum | 2 | 0.008 | -4.820 | 0.0389 |
| 16 | Tapa cola | Waltheria indica | 5 | 0.020 | -3.904 | 0.0787 |
| | | | 248 | Índice de diversidad: | | 2.0621 |

El estrato herbáceo en el área de CUSTF tiene una diversidad de 2.0621 *nits/ind*. Se considera de diversidad media con 16 especies diferentes, la que aporta más al índice de diversidad es la especie *Evolvulus alsinoides* debido a su alta abundancia; la especie que menos aporta a este índice por tener una baja abundancia es *Ocimum campechianum*.

En la equidad del estrato con un valor de *J´* 0.7438, se interpreta como homogéneo, donde las especies que lo componen tienden a ser igual de abundantes. Este estrato presenta un índice de equitatibilidad lo más cercano a 1.

Conforme a los índices de biodiversidad de Shannon por estrato, el estrato arbustivo presenta una mayor biodiversidad en comparación con los demás; el mayor índice de equitatividad lo tiene el grupo de las herbáceas, lo cual quiere decir que el número de individuos por especie se encuentra en proporciones más equitativas en comparación con el estrato arbóreo, en donde destaca una especie dominante. Por último, el bajo índice de biodiversidad lo tiene el estrato arbóreo el cual indica la poca presencia de especies y homogeneidad en el número de individuos de árboles en este tipo de ecosistema.

*Tabla 55 Resumen del índice de biodiversidad.*

| Estrato | Índice de Biodiversidad | Índice de Biodiversidad Máximo | Índice de Equitatividad |
|---|---|---|---|
| | (H') | (H'máx) | (H'/H'máx) |
| Arbóreo | 1.3343 | 2.9444 | 0.4532 |
| Arbustivo | 2.3581 | 3.4965 | 0.6744 |
| Cactáceas | 0.5623 | 0.6931 | 0.8113 |
| Herbáceo | 2.0621 | 2.7726 | 0.7438 |

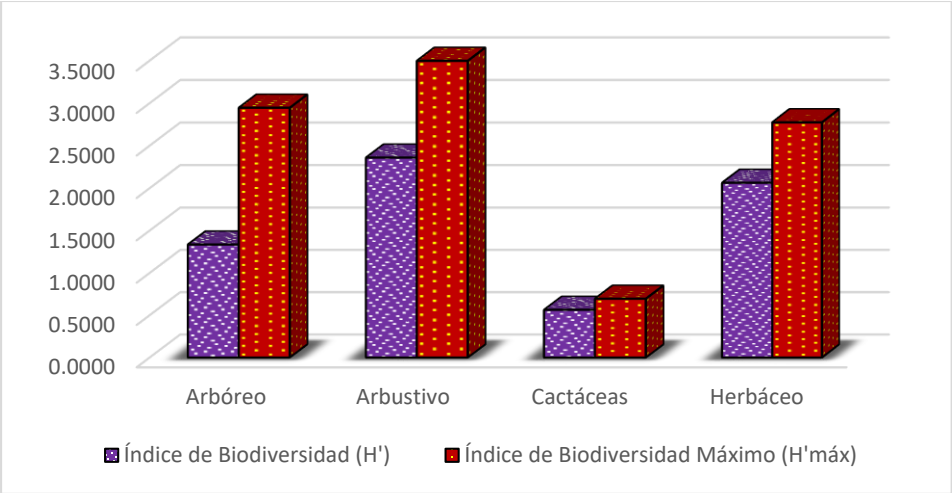



Ilustración 42 Gráfico de la biodiversidad por estrato.

### *I.9.4.8. Especies bajo alguna categoría de riesgo*

Una vez realizada la verificación de cada una de las **especies encontradas en el inventario** de la zona de cambio de uso de suelo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se concluyó que no se encontró ninguna especie de flora listada; sin embargo, se proponen medidas para evitar afectaciones a la flora no registrara en el muestreo y a la fauna silvestre que pueda aproximarse al sitio de construcción.

*Tabla 56 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Estatus en la NOM-059 | Distribución |
|---|---|---|---|---|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

### *I.9.4.9. Análisis de la importancia ecológica de las especies (IVI)*

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985). Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool *et al*. (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella *et al.* (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera:

**IVI =** Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

En donde

*DAP= Diámetro del árbol a la altura del pecho*

Una vez obtenido el área basal se sustituyó en la formula arriba mencionada y con ello se obtiene la Dominancia relativa para cada especie tal como se muestra en la memoria de cálculo presentada.

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

La densidad Absoluta se obtuvo con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

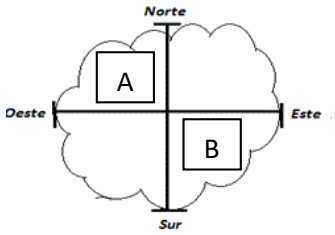
$$\frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

La frecuencia Absoluta se obtuvo con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

**Para el caso de los estratos arbustivo y herbáceo** se realizaron dos mediciones de diámetro de cobertura para cada ejemplar encontrado en los sitios de muestreo, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Mediciones de cobertura realizadas a cada individuo.




Dichas medidas se sumaron y se obtuvo un promedio de cobertura para cada ejemplar:

$$Diametro\ promedio\ de\ cobertura\ individual\ (DPCI) = (A + B)/2$$

Se promedian los *DPCI* de los ejemplares totales encontrados en el muestreo, para obtener el diámetro promedio de la *Especie i.*

Teniendo el diámetro promedio de la *Especie i,* se procede a calcular el área de cobertura, para lo cual se utiliza la fórmula del círculo, considerando que la mayoría o de forma general los ejemplares adquieren esta forma geométrica:

$$A = \pi D^2/4$$

Por último, el área de cobertura de la *especie i* se multiplica por la abundancia de la especie y con ello se obtiene la dominancia absoluta, como se muestra en la memoria de cálculo, en el apartado correspondiente de los estratos arbustivos y herbáceos.

Una vez obtenida la dominancia absoluta se calcula la dominancia relativa por especie, el cual considera la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto al área de cobertura total del estrato.

## Estrato arbóreo

*Tabla 57 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO ARBÓREO).*

| No | Nombre común | Nombre científico | Abundancia/ muestreo | Frec. | Área basal de la especie | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% | IVI 100% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2052 | 44 | 0.0922 | 4663.64 | 68.04 | 1.00 | 13.75 | 0.21 | 18.38 | 100.16 | 33.39 |
| 2 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 137 | 43 | 0.3652 | 311.36 | 4.54 | 0.98 | 13.44 | 0.83 | 72.78 | 90.76 | 30.25 |
| 3 | Tepame | Acacia pennatula | 100 | 35 | 0.0230 | 227.27 | 3.32 | 0.80 | 10.94 | 0.05 | 4.57 | 18.83 | 6.28 |
| 4 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 147 | 34 | 0.0050 | 334.09 | 4.87 | 0.77 | 10.63 | 0.01 | 1.00 | 16.50 | 5.50 |
| 5 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 179 | 33 | 0.0000 | 406.82 | 5.94 | 0.75 | 10.31 | 0.00 | 0.00 | 16.25 | 5.42 |
| 6 | Shongua | Rhus pachyrrhachis | 138 | 30 | 0.0000 | 313.64 | 4.58 | 0.68 | 9.38 | 0.00 | 0.00 | 13.95 | 4.65 |
| 7 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 116 | 24 | 0.0000 | 263.64 | 3.85 | 0.55 | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 11.35 | 3.78 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 52 | 22 | 0.0000 | 118.18 | 1.72 | 0.50 | 6.88 | 0.00 | 0.00 | 8.60 | 2.87 |
| 9 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 19 | 11 | 0.0164 | 43.18 | 0.63 | 0.25 | 3.44 | 0.04 | 3.27 | 7.34 | 2.45 |
| 10 | Huizache | Acacia farnesiana | 31 | 16 | 0.0000 | 70.45 | 1.03 | 0.36 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 6.03 | 2.01 |
| 11 | Chaca | Bursera simaruba | 19 | 11 | 0.0000 | 43.18 | 0.63 | 0.25 | 3.44 | 0.00 | 0.00 | 4.07 | 1.36 |
| 12 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 7 | 7 | 0.0000 | 15.91 | 0.23 | 0.16 | 2.19 | 0.00 | 0.00 | 2.42 | 0.81 |
| 13 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 7 | 2 | 0.0000 | 15.91 | 0.23 | 0.05 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 0.29 |
| 14 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 4 | 2 | 0.0000 | 9.09 | 0.13 | 0.05 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.25 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 2 | 2 | 0.0000 | 4.55 | 0.07 | 0.05 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.23 |
| 16 | Capulín | Bumelia laetevirens | 3 | 1 | 0.0000 | 6.82 | 0.10 | 0.02 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.14 |
| 17 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 1 | 1 | 0.0000 | 2.27 | 0.03 | 0.02 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.12 |
| 18 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 1 | 1 | 0.0000 | 2.27 | 0.03 | 0.02 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.12 |
| 19 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 1 | 1 | 0.0000 | 2.27 | 0.03 | 0.02 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.12 |
| | | | 3,016 | 320 | 0.5018 | 6,854.55 | 100.00 | 7.27 | 100.00 | 1.14 | 100.00 | 300.00 | 100.00 |

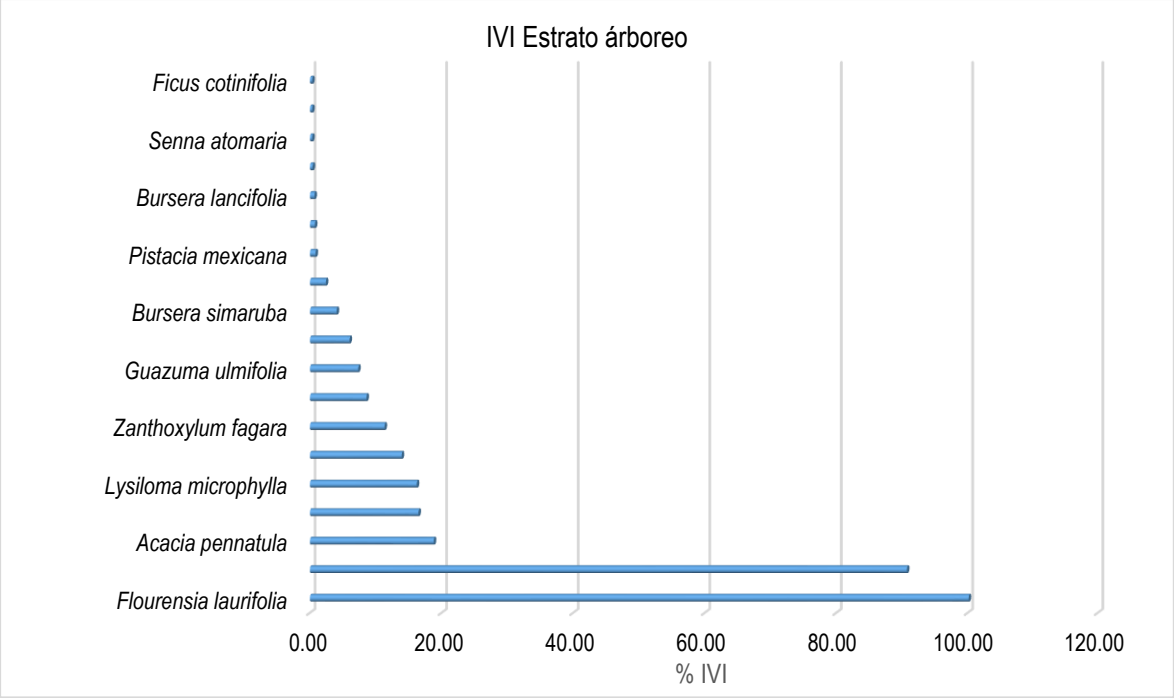



Ilustración 43 Gráfico del valor de importancia de las especies arbóreas.

En la superficie de cambio de uso de suelo con vegetación de Selva Baja Caducifolia para el estrato arbóreo existen 19 especies de flora que en conjunto suman 3,016 ejemplares, siendo la especie que más aporta a la estructura del ecosistema *Flourensia laurifolia* con un IVI de 100.16%; mientras que la especie con menor valor ecológico son: *Senna atomaria, Bursera fagaroides, y Ficus cotinifolia con valor de importancia de 0.35%.*

## Estrato arbustivo

*Tabla 58 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO ARBUSTIVO).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia/muestreo | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Canastillo | Gochnatia magna | 802 | 1822.73 | 15.10 | 0.98 | 8.53 | 2061.46 | 56.02 | 79.66 |
| 2 | Frutilla | Lantana velutina | 1486 | 3377.27 | 27.98 | 1.00 | 8.73 | 954.90 | 25.95 | 62.66 |
| 3 | Palillo | Neopringlea integrifolia | 648 | 1472.73 | 12.20 | 0.95 | 8.33 | 289.17 | 7.86 | 28.39 |
| 4 | Rama del burro | Dalea greggii | 633 | 1438.64 | 11.92 | 0.77 | 6.75 | 180.78 | 4.91 | 23.58 |
| 5 | P Laurel | Malpighia glabra | 289 | 656.82 | 5.44 | 0.80 | 6.94 | 32.24 | 0.88 | 13.26 |
| 6 | Granadillo | Xylosma flexuosum | 282 | 640.91 | 5.31 | 0.75 | 6.55 | 45.30 | 1.23 | 13.09 |
| 7 | Solimán peludo | Croton ciliato-glandulosus | 183 | 415.91 | 3.45 | 0.77 | 6.75 | 7.35 | 0.20 | 10.39 |
| 8 | Pasilla | Citharexylum berlandieri | 193 | 438.64 | 3.63 | 0.73 | 6.35 | 13.78 | 0.37 | 10.36 |
| 9 | Sarabuyo | Karwinskia humboldtiana | 130 | 295.45 | 2.45 | 0.80 | 6.94 | 14.50 | 0.39 | 9.79 |
| 10 | Salvia prieta | Salvia melissodora | 162 | 368.18 | 3.05 | 0.55 | 4.76 | 35.42 | 0.96 | 8.77 |
| 11 | Damiana | Turnera diffusa | 116 | 263.64 | 2.18 | 0.45 | 3.97 | 4.66 | 0.13 | 6.28 |
| 12 | Hierba del negro | Eupatorium areolare | 63 | 143.18 | 1.19 | 0.48 | 4.17 | 7.03 | 0.19 | 5.54 |
| 13 | Orégano | Lippia graveolens | 31 | 70.45 | 0.58 | 0.32 | 2.78 | 6.78 | 0.18 | 3.55 |
| 14 | Hierba del toro | Verbesina persicifolia | 41 | 93.18 | 0.77 | 0.25 | 2.18 | 6.59 | 0.18 | 3.13 |
| 15 | Frutillilla | Lippia oaxacana | 61 | 138.64 | 1.15 | 0.20 | 1.79 | 6.81 | 0.18 | 3.12 |
| 16 | Candelón | Parthenium tomentosum | 30 | 68.18 | 0.56 | 0.23 | 1.98 | 2.14 | 0.06 | 2.61 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia/muestreo | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | Chioccoca | Chiococca alba | 39 | 88.64 | 0.73 | 0.18 | 1.59 | 1.57 | 0.04 | 2.36 |
| 18 | Candela | Montanoa tomentosa | 26 | 59.09 | 0.49 | 0.18 | 1.59 | 2.90 | 0.08 | 2.16 |
| 19 | Malvarisco | Sida acuta | 31 | 70.45 | 0.58 | 0.16 | 1.39 | 1.25 | 0.03 | 2.01 |
| 20 | Güito | Marsdenia coulteri | 10 | 22.73 | 0.19 | 0.16 | 1.39 | 0.18 | 0.00 | 1.58 |
| 21 | Salvia blanca | Hyptis albida | 9 | 20.45 | 0.17 | 0.14 | 1.19 | 2.57 | 0.07 | 1.43 |
| 22 | Tripa de vaca | Cissus sicyoides | 8 | 18.18 | 0.15 | 0.14 | 1.19 | 0.04 | 0.00 | 1.34 |
| 23 | Tomate de guía | Urvillea ulmacea | 11 | 25.00 | 0.21 | 0.09 | 0.79 | 0.44 | 0.01 | 1.01 |
| 24 | Pasillo | Osmanthus americanus | 8 | 18.18 | 0.15 | 0.09 | 0.79 | 0.89 | 0.02 | 0.97 |
| 25 | Cordia | Cordia globosa | 8 | 18.18 | 0.15 | 0.07 | 0.60 | 0.32 | 0.01 | 0.75 |
| 26 | Chupona morada | Abutilon gaumeri | 3 | 6.82 | 0.06 | 0.07 | 0.60 | 0.03 | 0.00 | 0.65 |
| 27 | Huevo de gato | Solanum hirtum | 2 | 4.55 | 0.04 | 0.02 | 0.20 | 0.04 | 0.00 | 0.24 |
| 28 | San pedro | Tecoma stans | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.22 | 0.01 | 0.22 |
| 29 | Sosa | Solanum verbascifolium | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.11 | 0.00 | 0.22 |
| 30 | Limoncillo | Helietta parvifolia | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.07 | 0.00 | 0.22 |
| 31 | Vara prieta AM | Verbesina virgata | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.07 | 0.00 | 0.22 |
| 32 | Cruceta | Pisonia aculeata | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.04 | 0.00 | 0.22 |
| 33 | Árnica de monte | Trixis inula | 1 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.02 | 0.00 | 0.22 |
| | | | 5,311 | 12,070.45 | 100.00 | 11.45 | 100.00 | 3,679.66 | 100.00 | 300.00 |

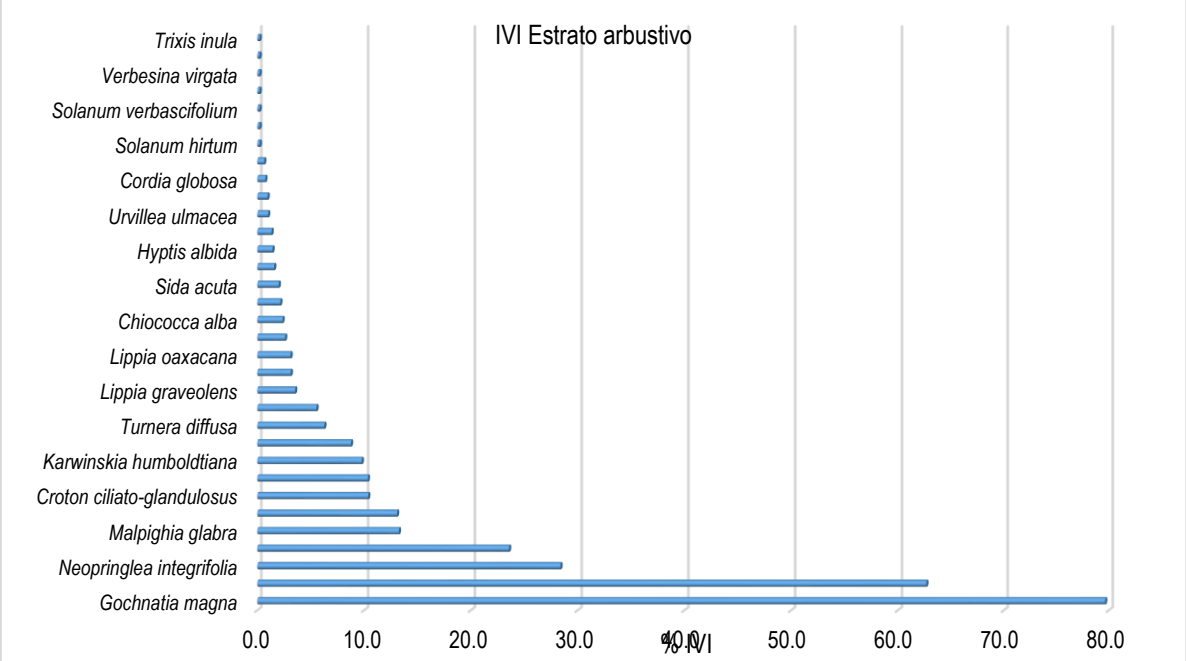


Ilustración 44 Gráfico del valor de importancia de las especies arbustivas

En el estrato arbustivo se encontraron 33 especies que en conjunto suman 5,311 ejemplares, la especie con mayor valor ecológico *Gochnatia magna* con 79.66% de IVI; mientras que las especies menos abundantes son: *Tecoma stans, Solanum verbascifolium, Helietta parvifolia, Verbesina virgata, Pisonia aculeata y Trixis inula con 1 individuo y un valor de importancia de 0.22%.*

## Estrato cactáceas

*Tabla 59 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO CACTÁCEAS).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia/muestreo | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopal lengua de vaca | Opuntia karwinskiana | 6 | 13.64 | 75.00 | 0.09 | 80.00 | 0.24 | 51.92 | 206.92 |
| 2 | Nopalillo | Opuntia puberula | 2 | 4.55 | 25.00 | 0.02 | 20.00 | 0.22 | 48.08 | 93.08 |
| | | | 8 | 18.18 | 100 | 0.11 | 100 | 0 | 100 | 300 |

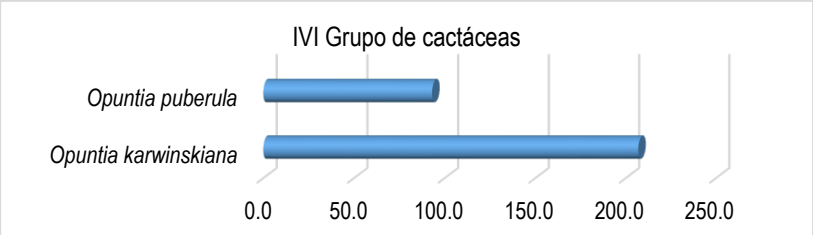



Ilustración 45 Gráfico del valor de importancia de las especies cactáceas

Para el estrato de cactáceas se encontraron alrededor de 2 especies, siendo la especie con mayor valor ecológico *Opuntia karwinskiana* con 206.92% de IVI; mientras que la especie menos abundante es: *Opuntia puberula* con 2 individuos y un valor de importancia de 93.08%.

## Estrato herbáceo

*Tabla 60 Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia (ESTRATO HERBÁCEAS).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abundancia/ muestreo | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | Evolvulus alsinoides | 99 | 22500.00 | 39.92 | 0.59 | 23.85 | 15.90 | 20.96 | 84.74 |
| 2 | Trompetilla morada | Justicia pilosella | 4 | 909.09 | 1.61 | 0.05 | 1.83 | 28.56 | 37.65 | 41.09 |
| 3 | Ortiguiya | Trafia volubilis | 30 | 6818.18 | 12.10 | 0.39 | 15.60 | 2.14 | 2.82 | 30.52 |
| 4 | Ruellia | Ruellia nudiflora | 15 | 3409.09 | 6.05 | 0.27 | 11.01 | 6.69 | 8.82 | 25.88 |
| 5 | Malva ayenia | Ayenia pusilla | 25 | 5681.82 | 10.08 | 0.32 | 12.84 | 1.78 | 2.35 | 25.28 |
| 6 | Justicia azul | Justicia caudata | 21 | 4772.73 | 8.47 | 0.30 | 11.93 | 0.37 | 0.49 | 20.89 |
| 7 | Tapa cola | Waltheria indica | 5 | 1136.36 | 2.02 | 0.09 | 3.67 | 8.92 | 11.76 | 17.45 |
| 8 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 21 | 4772.73 | 8.47 | 0.02 | 0.92 | 1.50 | 1.98 | 11.36 |
| 9 | Trepadora frijol | Nissolia nelsoni | 6 | 1363.64 | 2.42 | 0.14 | 5.50 | 0.96 | 1.27 | 9.19 |
| 10 | Malvarisquillo | Sida procumbens | 3 | 681.82 | 1.21 | 0.07 | 2.75 | 1.93 | 2.54 | 6.50 |
| 11 | Lengua de vaca | Elytraria bromoides | 3 | 681.82 | 1.21 | 0.05 | 1.83 | 1.93 | 2.54 | 5.59 |
| 12 | Pega | Priva lappulacea | 3 | 681.82 | 1.21 | 0.07 | 2.75 | 0.86 | 1.13 | 5.09 |
| 13 | Olotillo | Tretamerium nervosum | 4 | 909.09 | 1.61 | 0.05 | 1.83 | 1.14 | 1.51 | 4.95 |
| 14 | Serenillo | Adiantum capillus-veneris | 4 | 909.09 | 1.61 | 0.02 | 0.92 | 1.78 | 2.35 | 4.88 |
| 15 | Albacaron | Ocimum campechianum | 2 | 454.55 | 0.81 | 0.05 | 1.83 | 0.89 | 1.18 | 3.82 |
| 16 | Poleo 2 | Satureja mexicana | 3 | 681.82 | 1.21 | 0.02 | 0.92 | 0.48 | 0.64 | 2.76 |
| | | | 248 | 56,363.64 | 100.00 | 2.48 | 100.00 | 75.86 | 100.00 | 300.00 |

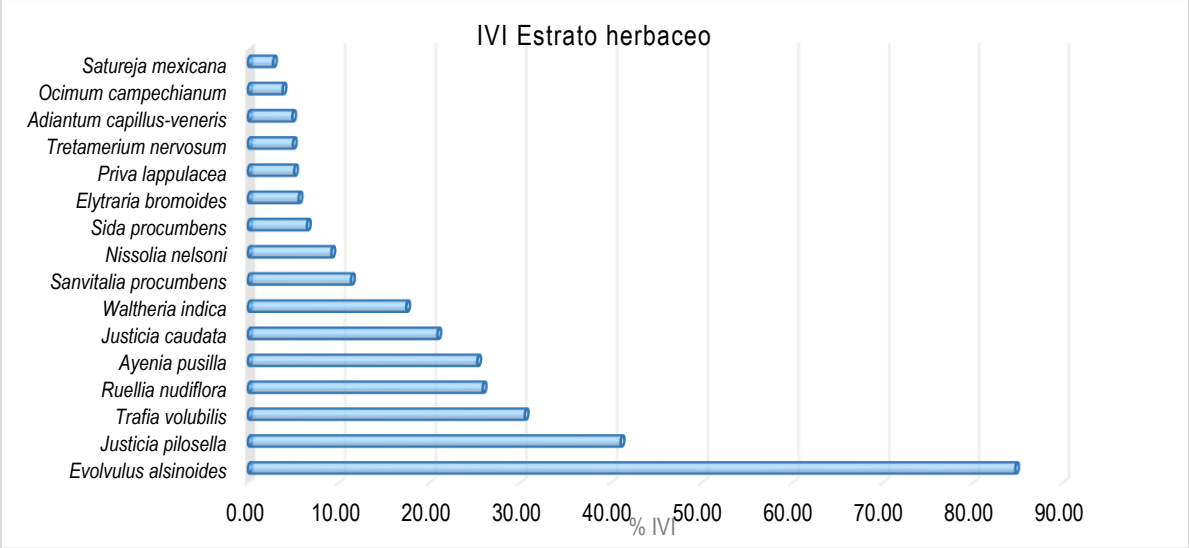



Ilustración 46 Gráfico del valor de importancia de las especies herbáceas.

Para el estrato herbáceo se encontraron alrededor de 248 ejemplares distribuidos en 16 especies, siendo la especie con mayor valor ecológico *Evolvulus alsinoides* con 84.74% de IVI; mientras que la especie menos abundante es: *Satureja mexicana* con 3 individuos y un valor de importancia de 2.76%.

### *I.9.4.10. Volúmenes a remover*

## *Estrato arbóreo*

Los datos de diámetro normal y altura de cada uno de los ejemplares de las especies arbóreas son fundamentales para el cálculo del volumen que será removido; además del área basal, importante para el cálculo del valor de importancia. Se consideraron aquellos individuos maderables con un diámetro mínimo de 7.5 cm, mientras que para el resto de las especies arbóreas que no cumplían con dicho DN mínimo inventariable únicamente se contabilizaron para contribuir al dato de abundancia de la especie.

### ***Modelo utilizado para la estimación del volumen ($m^3$)***

Las fórmulas utilizadas para la cubicación de volúmenes de las especies arbóreas son originadas con resultados del primer inventario Nacional Forestal 1961-1985 y un Inventario Forestal del Estado de Chiapas 1976, en el cual se tienen ecuaciones para la estimación de volumen maderable de diferentes especies; se muestran en la siguiente tabla.

Se utilizó una de las ecuaciones señaladas en la tabla siguiente, para el cálculo del VRTA, esto porque la fórmula es de aplicación **por similitud de condiciones**

**ambientales**, principalmente por la **eco-región** en la que se encuentra el proyecto: **Sistema Neovolcánico Transversal**.

*Tabla 61 Ecuaciones para la estimación de volumen de diferentes especies encontradas en el inventario forestal aplicado a este proyecto.*

| Especie | Ecuaciones para la estimación de volumen | Fuente |
|---|---|---|
| Acacia pennatula | EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt)) | 1er Inventario Nacional Forestal 1961-1985 |
| Eysenhardtia polystachya | EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(DN)+1.02860759*LN(H)) | Inventario Forestal del Estado de Chiapas. 1976. |
| Guazuma ulmifolia | EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt)) | 1er Inventario Nacional Forestal 1961-1985 |
| Lysiloma acapulcensis | EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt)) | 1er Inventario Nacional Forestal 1961-1985 |
| Resto de las hojosas* | EXP (-9.86428069+1.76684334*LN (diam)+1.30487505*LN (alt)) | Inventario Nacional Forestal 2004 – 2009 |

Dónde:

*VRTA= Volumen rollo total árbol en $m^3$.*
*D=Diámetro en cm.*
*H=Altura en m.*
*EXP= Devuelve el valor exponencial de la función*

*Para el resto de las hojosas, por no existir suficiente información sobre ecuaciones para estimar volumen a nivel especie, se utiliza la fórmula general de hojosas que aplican por el estado y por la eco región en la que se encuentran. Dicha ecuación fue generada a partir de los resultados del Inventario Nacional Forestal 2004 – 2009, en el cual, específicamente en el Anexo 7 encontrado dentro de la página del SNIF (Sistema Nacional de Información Forestal), apartado del INFyS (Inventario Nacional Forestal y de Suelos) existen algunas ecuaciones para calcular el VRTA de diferentes regiones., el cual es posible ingresar mediante la siguiente dirección web: http://187.218.230.5/inventario-y-registro/inventario-nacional-forestal-y-suelos-infys/resultados-2004-2009.

En el INFyS se generaron ecuaciones para el cálculo de volúmenes (producto de tablas de volúmenes), para aplicación en el estado y eco región (ecuaciones originales del Inventario Nacional Forestal 1961-1985), algunas otras ecuaciones para aplicación por similitud de condiciones ambientales, ecuaciones para género en el estado y eco-región, ecuación por grupo de especies (familia) y similitud de condiciones ambientales (estado y eco-región) y ecuaciones por grupo de especies (géneros afines) y similitud de condiciones ambientales (eco-región).

*Tabla 62 Ecuaciones para el cálculo de volúmenes (VRTA) producto del Inventario Nacional Forestal 2004 – 2009 (solo las del estado de Querétaro).*

| Clave ecuación | Ecuación volumen | Eco-región de aplicación (nivel 2) | | Nivel de asignación | Rango-Diam Normal (cm) | Rango-Altura total (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.4 | Sistema Neo volcánico Transversal | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | | Secos del Golfo de México | | | |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 10.2 | Desiertos Cálidos | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 14.1 | Planicies Costeras y Lomeríos Secos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ 1.30487505*LN(alt)) | 15.1 | Planicie Costera y Lomeríos Húmedos del Golfo de México | 1 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(- 9.86428069+1.76684334*LN(diam)+ | 12.2 | Altiplanicie Mexicana | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.30487505*LN(alt)) | | | | | |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.4 | Sistema Neovolcánico Transversal | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |
| TH Qro | EXP(-9.86428069+1.76684334*LN(diam)+1.30487505*LN(alt)) | 13.3 | Sierra Madre Oriental | 4 | 7.5 - 132.5 | 2.5 - 47.5 |

*Tabla 63 Prioridad de aplicación de ecuaciones para el cálculo de volúmenes.*

| Prioridad | Descripción |
|---|---|
| 1 | Ecuación para la especie en el estado y eco-región (ecuaciones originales del Inventario Nacional Forestal 1961-1985) |
| 2 | Ecuación para la especie por similitud de condiciones ambientales (Especies con ecuación por afinidad en condiciones ambientales definida por la eco-región nivel 2) |
| 3 | Ecuación para género en el estado y eco-región (ecuaciones genéricas originales del Inventario Nacional Forestal 1961-1985) |
| 4 | Ecuación por grupo de especies (Géneros afines) y similitud de condiciones ambientales |
| 5 | Ecuación por grupo de especies (Familia) y similitud de condiciones ambientales (Estado y Eco-región) |
| 6 | Ecuación por grupo de especies (Géneros afines) y similitud de condiciones ambientales (Eco-región) |

Debido a que no existe suficiente información para *las hojosas* a nivel de especie, se utilizó la siguiente ecuación de volumen:

$$VRTA = EXP\ (-9.86428069+1.76684334*LN\ (diam)+1.30487505*LN\ (alt))$$

Dónde:

*VRTA= Volumen rollo total árbol en $m^3$.*
*D=Diámetro en cm.*
*H=Altura en m.*
*EXP= Devuelve el valor exponencial de la función*

El volumen de cada árbol se obtiene a partir de la ecuación con variables independientes el diámetro normal y altura total, medidas en cada árbol existente en la muestra.

## Existencias y número de individuos por especie que se espera remover

Con el inventario en el área de CUSTF se determinaron las existencias y el número de individuos a remover para cada estrato, obteniéndose los siguientes resultados.

## *Estrato arbóreo*

*Tabla 64 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato arbóreo).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Núm. de ejemplares/CUSTF | No. Ind./Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 12,739 | 4,664 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 1,111 | 407 |
| 3 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 913 | 334 |
| 4 | Lantrisco | Rhus pachyrrhachis | 857 | 314 |
| 5 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 851 | 311 |
| 6 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 720 | 264 |
| 7 | Tepame | Acacia pennatula | 621 | 227 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 323 | 118 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 192 | 70 |
| 10 | Chaca | Bursera simaruba | 118 | 43 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 118 | 43 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 43 | 16 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 43 | 16 |
| 14 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 25 | 9 |
| 15 | Capulín | Bumelia laetevirens | 19 | 7 |
| 16 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 12 | 5 |
| 17 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 6 | 2 |
| 18 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 6 | 2 |
| 19 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 6 | 2 |
| | | Total general | 18,724 | 6,855 |

Se tienen 18,724 ejemplares arbóreos en la superficie de CUSTF, sin embargo, no todos son arbolado adulto; mayormente son ejemplares de bajo porte (juveniles y rebrotes); la especie más abundante *Flourensia laurifolia* con 12,739 individuos en su mayoría no alcanzan el diámetro mínimo establecido (12,665 ejemplares en esta condición). Por ello, se diferencian los ejemplares arbóreos maderables de los no maderables (renuevos o en etapa de brinzal).

*Tabla 65 Abundancia por especie arbóreos maderables (DN ≥ 7.5 cm) en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Existencias en CUSTF | No. Ind/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 74 | 27 |
| 2 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 62 | 23 |
| 3 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 19 | 7 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 19 | 7 |
| 5 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 6 | 2 |
| | Total general | | 180 | 66 |

*Tabla 66 Abundancia por especie arbóreos No maderables (DN < 7.5 cm), en el área de CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Existencias en CUSTF | No. Ind/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 12,665 | 4,636 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 1,111 | 407 |
| 3 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 788 | 289 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 602 | 220 |
| 5 | Chaca | Bursera simaruba | 118 | 43 |
| 6 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 906 | 332 |
| 7 | Lantrisco | Rhus pachyrrhachis | 857 | 314 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 323 | 118 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 192 | 70 |
| 10 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 720 | 264 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 99 | 36 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 43 | 16 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 43 | 16 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14 | Capulín | Bumelia laetevirens | 19 | 7 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 12 | 5 |
| 16 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 6 | 2 |
| 17 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 6 | 2 |
| 18 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 6 | 2 |
| 19 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 25 | 9 |
| | Total general | | 18,544 | 6,789 |

*Tabla 67 Volumen maderable a remover para el estrato arbóreo en la superficie sujeta a CUSTF.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Volumen a remover/CUSTF | Volumen a remover/Ha |
|---|---|---|---|---|
| | | | $m^3$ | $m^3$ |
| 1 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 15.2438 | 5.5805 |
| 2 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2.6881 | 0.9841 |
| 3 | Tepame | Acacia pennatula | 0.4877 | 0.1786 |
| 4 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 0.4372 | 0.1601 |
| 5 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 0.1275 | 0.0467 |
| 6 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | Lantrisco | Rhus pachyrrhachis | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | Trompillo | Cordia boissieri | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | Huizache | Acacia farnesiana | 0.0000 | 0.0000 |
| 11 | Chaca | Bursera simaruba | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | Capulín | Bumelia laetevirens | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 0.0000 | 0.0000 |
| | | Total general | 18.9844 | 6.9499 |

De acuerdo a la estimación volumétrica del estrato arbóreo (tabla anterior) 5 de un total de 19 especies maderables tienen la talla para ser cubicadas (ya que hay 14 especies con ejemplares en etapa de brinzal o bajo porte cuyo DN no entra en el mínimo inventariable como maderable >= 7.5 cm). La especie que aporta mayor volumen debido a la abundancia en el número de ejemplares y sus dimensiones, es el palo de arco (*Lysiloma acapulcensis*) con un volumen a remover por la totalidad del CUSTF de 15.2438 $m^3$. La especie que aporta el menor volumen es la Vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*) con un volumen de 0.1275 $m^3$, para el resto de especies no se contempla volúmenes maderables considerables.

### *Estrato arbustivo*

En el estrato arbustivo la especie más abundante (*Lantana velutina*) presenta un porte bajo, característico la especie, es abundante con un diámetro de cobertura de copa promedio de 60 cm aproximadamente y alturas que no rebasan el metro.

*Tabla 68 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato arbustivo).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Núm. de ejemplares/CUSTF | Núm. de ejemplares/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Frutilla | Lantana velutina | 9,225 | 3,377 |
| 2 | Canastillo | Gochnatia magna | 4,979 | 1,823 |
| 3 | Palillo | Neopringlea integrifolia | 4,023 | 1,473 |
| 4 | Rama del burro | Dalea greggii | 3,930 | 1,439 |
| 5 | P Laurel | Malpighia glabra | 1,794 | 657 |
| 6 | Granadillo | Xylosma flexuosum | 1,751 | 641 |
| 7 | Pasilla | Citharexylum berlandieri | 1,198 | 439 |
| 8 | Solimán peludo | Croton ciliato-glandulosus | 1,136 | 416 |
| 9 | Salvia prieta | Salvia melissodora | 1,006 | 368 |
| 10 | Sarabuyo | Karwinskia humboldtiana | 807 | 295 |
| 11 | Damiana | Turnera diffusa | 720 | 264 |
| 12 | Hierba del negro | Eupatorium areolare | 391 | 143 |
| 13 | Frutillilla | Lippia oaxacana | 379 | 139 |
| 14 | Hierba del toro | Verbesina persicifolia | 255 | 93 |
| 15 | Chioccoca | Chiococca alba | 242 | 89 |
| 16 | Malvarisco | Sida acuta | 192 | 70 |
| 17 | Orégano | Lippia graveolens | 192 | 70 |
| 18 | Candelón | Parthenium tomentosum | 186 | 68 |
| 19 | Candela | Montanoa tomentosa | 161 | 59 |
| 20 | Tomate de guía | Urvillea ulmacea | 68 | 25 |
| 21 | Güito | Marsdenia coulteri | 62 | 23 |
| 22 | Salvia blanca | Hyptis albida | 56 | 20 |
| 23 | Pasillo | Osmanthus americanus | 50 | 18 |
| 24 | Tripa de vaca | Cissus sicyoides | 50 | 18 |
| 25 | Cordia | Cordia globosa | 50 | 18 |
| 26 | Chupona morada | Abutilon gaumeri | 19 | 7 |
| 27 | Huevo de gato | Solanum hirtum | 12 | 5 |
| 28 | Limoncillo | Helietta parvifolia | 6 | 2 |
| 29 | Cruceta | Pisonia aculeata | 6 | 2 |
| 30 | Sosa | Solanum verbascifolium | 6 | 2 |
| 31 | San pedro | Tecoma stans | 6 | 2 |
| 32 | Árnica de monte | Trixis inula | 6 | 2 |
| 33 | Vara prieta AM | Verbesina virgata | 6 | 2 |
| | Total general | | 32972 | 12070 |

## *Estrato cactáceas*

El número de individuos por especie que se esperan remover en el estrato cactáceas, es el siguiente:

*Tabla 69 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato cactáceas).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Núm. de ejemplares/CUSTF | Núm. de ejemplares/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopal lengua de vaca | Opuntia karwinskiana | 37 | 14 |
| 2 | Nopalillo | Opuntia puberula | 12 | 5 |
| | Total general | | 49 | 19 |

## *Estrato herbáceo*

El número de individuos por especie que se esperan remover en el estrato herbáceo, se presenta a continuación:

*Tabla 70 Ejemplares a remover durante el proceso de CUSTF (estrato herbáceo).*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Núm. de ejemplares/CUSTF | Núm. de ejemplares/Ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | Evolvulus alsinoides | 61,461 | 22,500 |
| 2 | Ortiguiya | Trafia volubilis | 18,625 | 6,818 |
| 3 | Malva ayenia | Ayenia pusilla | 15,520 | 5,682 |
| 4 | Justicia azul | Justicia caudata | 13,037 | 4,773 |
| 5 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 13,037 | 4,773 |
| 6 | Ruellia | Ruellia nudiflora | 9,312 | 3,409 |
| 7 | Trepadora frijol | Nissolia nelsoni | 3,725 | 1,364 |
| 8 | Tapa cola | Waltheria indica | 3,104 | 1,136 |
| 9 | Trompetilla morada | Justicia pilosella | 2,483 | 909 |
| 10 | Serenillo | Adiantum capillus-veneris | 2,483 | 909 |
| 11 | Olotillo | Tretamerium nervosum | 2,483 | 909 |
| 12 | Poleo 2 | Satureja mexicana | 1,862 | 682 |
| 13 | Lengua de vaca | Elytraria bromoides | 1,862 | 682 |
| 14 | Pega | Priva lappulacea | 1,862 | 682 |
| 15 | Malvarisquillo | Sida procumbens | 1,862 | 682 |
| 16 | Albacaron | Ocimum campechianum | 1,242 | 455 |
| | | Total general | 153,963 | 56,364 |

*Tabla 71 Resumen de volúmenes estimados a remover*

| Estrato | Categoría | No. De individuos | Volumen ($m^3$ RTA) |
|---|---|---|---|
| Arbóreo | Maderable | 180 | 18.9844 |
| | No maderable | 18,544 | |
| Arbustivo | | 32,972 | |
| Cactáceas | | 49 | |
| Herbáceo | | 153,963 | |

### *I.9.4.11. Estimación de los servicios ambientales que se dejarán de proveer por el cambio de uso del suelo*

Se considera como parte de los servicios ambientales la provisión de agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

En los apartados correspondientes se realiza el cálculo del balance hídrico y de erosión del suelo, en este apartado se estiman los servicios relacionados al aire.

#### *a) Regulación química atmosférica (captura de carbono, generación de oxígeno, contaminantes y componentes naturales)*

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de $CO_2$, liberación de $O_2$ y sumidero de carbono. Tomando como referencia la captura de $CO_2$, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono ($CO_2$) atmosférico junto con elementos del suelo y aire para convertirlos en madera que, a su vez contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de $CO_2$ que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Una tonelada de carbono capturada en un lugar, contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar. También, es más fácil medir la captación de carbono en una biomasa vegetal que vincular los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones del almacenaje de carbono y, por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización.

*Concepto de biomasa*

La biomasa forestal se define como el peso o estimación equivalente de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco. Es frecuente separarla en componentes, donde los más típicos corresponden a la masa del fuste, ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca y madera muerta. La biomasa de los componentes del árbol ubicados por encima del suelo se denomina *biomasa aérea* o *biomasa sobre el suelo* y los asociados a la rizósfera del árbol se denominan *biomasa subterránea*.

Existen diversas metodologías aplicables para la medición de carbono en la biomasa forestal; una muy conocida es la publicada por FAO (1997, 2000) y otra universalmente aceptada es la descrita por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2003, 2006), en sus directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).

*Como medir la biomasa*

Para determinar la biomasa de una plantación forestal o un bosque natural existen métodos destructivos directos y no destructivos por medio de mediciones de volumen. Se ha optado por el **método indirecto** para estimar la biomasa aérea sobre el suelo y la biomasa subterránea. La aplicación del método indirecto permite estimar el contenido de biomasa y de carbono por medio de ecuaciones alométricas sin provocar afectaciones destructivas a la vegetación presente en el área de estudio, es un método practico y nos da un panorama general de cómo se encuentran los niveles de carbono almacenado en la vegetación a remover.

*Metodología general*

Estimación de biomasa sobre el suelo (biomasa aérea)

Para la estimación de la biomasa sobre el suelo se ha empleado ecuaciones alométricas (genéricas por similitud de vegetación y a nivel de especie).

**Recuadro 7. Cálculo de biomasa arbórea sobre el suelo utilizando ecuación alométrica genérica**

$$B_{ASU} = f \text{ (datos dimensionales)}$$

Donde:

$B_{ASU}$ : es la biomasa arbórea sobre el suelo de una unidad, en kilogramos de materia seca por árbol (kg M.S./árbol);

$f$ (datos dimensionales): es una ecuación alométrica relacionando la biomasa sobre el suelo (kg M.S./árbol) a los datos dimensionales medidos en campo (ej. dap y altura total del árbol, etc.).

Fuente: Adaptado de ARAM0001[8],2005

De acuerdo al Panel Intergubernamental de cambio climático (IPCC) de no existir la ecuación para la especie de interés se podrá utilizar las ecuaciones del *cuadro 4.A.1 ecuaciones alométricas para estimar la biomasa sobre el suelo (kg de materia seca por árbol) de especies de madera dura y especies de pinos de zonas tropicales y templadas*, del capítulo 4 de orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS: *Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kioto.*

CUADRO 4.A.1
ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA SOBRE EL SUELO (KG DE MATERIA SECA POR ÁRBOL) DE ESPECIES DE MADERA DURA Y ESPECIES DE PINOS DE ZONAS TROPICALES Y TEMPLADAS

| Euación | Tipo de bosque[a] | $R^2$/tamaño de la muestra | Gama de DAP (cm.) |
|---|---|---|---|
| $Y = \exp[-2{,}289 + 2{,}649 \cdot \ln(DAP) - 0{,}021 \cdot (\ln(DAP))^2]$ | Maderas duras de zonas tropicales húmedas | 0,98/226 | 5 - 148 |
| $Y = 21{,}297 - 6{,}953 \cdot (DAP) + 0{,}740 \cdot (DAP)^2$ | Maderas duras de zonas tropicales muy húmedas | 0,92/176 | 4 - 112 |
| $Y = 0{,}887 + [(10486 \cdot (DAP)^{2{,}84}) / ((DAP^{2{,}84}) + 376907)]$ | Pinos de zonas templadas/tropicales | 0,98/137 | 0,6 - 56 |
| $Y = 0{,}5 + [(25000 \cdot (DAP)^{2{,}5}) / ((DAP^{2{,}5}) + 246872)]$ | Maderas duras de la zona templada del este de los Estados Unidos | 0,99/454 | 1,3 - 83,2 |

Donde:
Y= materia seca sobre el suelo, Kg (árbol)$^{-1}$
DAP = diámetro a la altura del pecho, cm.
ln = logaritmo natural
exp = "e elevada a la potencia de"

[a] Las zonas tropicales húmedas se caracterizan en general por tener precipitaciones de 2.000 a 4.000 mm/año en las tierras bajas; la denominación de "zona tropical muy húmeda" se refiere a zonas con precipitaciones de más de 4.000 mm/año en las tierras bajas (para más detalles véase Brown, 1997).

Fuentes: Datos actualizados de Brown, 1997; Brown y Schroeder, 1999; Schroeder *et al.*, 1997

Ilustración 47 Ecuaciones alométricas genéricas para estimar biomasa sobre el suelo

Todos los datos sobre la biomasa obtenidos mediante mediciones sobre el terreno deben expresarse como valores de materia y convertirse en carbono mediante la

[8] Metodología revisada de línea de base de forestación y reforestación:

http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/51946.html

multiplicación de esos valores por la fracción de carbono presente en la biomasa seca. Este valor varía ligeramente dependiendo de las especies y del componente de biomasa de que se trate (tronco, ramas, raíces, vegetación baja, etc.). Sin embargo, de no disponerse de valores locales, se debería aplicar el valor de 0.50 indicado como aproximación para esta conversión en las *Directrices del IPCC* (IPCC,2003).

Estimación de biomasa subterránea

El carbono del suelo es difícil y costoso de medir, no obstante, representa un importante depósito –o fuente –de carbono, en particular si la conservación del suelo es el objetivo principal. A pesar de que algunos modelos para medir carbono secuestrado incluyen estimaciones de flujos de carbono del suelo, la información requerida debe ser precisa para poder producir estimaciones precisas. Nótese que plantaciones llevadas a cabo en suelos que han sido drenados pueden provocar una disminución en las reservas de carbono del suelo a medida que el suelo se seca y se oxida (Valenzuela 2001).

Por lo tanto y de acuerdo al IPCC para obtener el carbono almacenado en raíces se podrá utilizar la metodología de Cairns *et al*, 1977.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:

Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años

Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 48 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces).

Para conocer el contenido total de carbono en la vegetación del predio de CUSTF, se suma el contenido de C en la biomasa aérea + el C de la biomasa subterránea.

- Contenido de carbono en el Estrato arbóreo (arbóreos maderables, DAP>=7.5cm)

### *Biomasa aérea*

Para el cálculo de la biomasa (*B*) aérea de los ejemplares arbóreos maderables cuyos DAP son mayores o igual a 7.5 cm, se utilizó en primer lugar, el dato de los diámetros normales.

Con dichos diámetros y la aplicación de ecuaciones alométricas por especie (contenidas en el Protocolo Mexicano de Carbono) se obtuvo la biomasa aérea en Kg de materia seca *B (Kg M.S./árbol)*.

*Tabla 72 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos maderables.*

| Nombre común | Nombre científico | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|---|
| Tepame | Acacia pennatula | B = (Exp(-1.291) * día ^ 2.178) | Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huatla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p. |
| Vara duce | Eysenhardtia polystachya | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | Hung, D.N., Son, N.V., Hung, N.P. (2012) Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam - Evergreen broadleaf forests in Quang Binh Province in (Eds) Inoguchi, A., Henry, M. Birigazzi, L. Sola, G. Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam, UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam |
| Hoja ancha | Flourensia laurifolia | B = (0.0301) * (día ^ 2) * alt | Cairns, M., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. Forest Ecology and Management 186:125-132. |
| Aquiche | Guazuma ulmifolia | B = (0.232435*dia^2.21906) | Rodríguez R. 2007. Capacidad de almacenamiento de carbono contenido en tres ecosistemas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo Le\| Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana. |
| Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | Hung, D.N., Son, N.V., Hung, N.P. (2012) Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam - Evergreen broadleaf forests in Quang Binh Province in (Eds) Inoguchi, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | A., Henry, M. Birigazzi, L. Sola, G. Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam, UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam |

La Biomasa *(B)* en *Kg M.S./árbol* se obtiene de aplicar la ecuación alométrica empleando el diámetro normal de cada individuo; el valor se divide entre 1000, para obtener la *B (t M.S. / árbol),* se multiplica por el factor de contenido de carbono *FC* (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), el resultado es el contenido de Carbono por árbol en *t C*.

*Tabla 73 Contenido de Carbono por individuo presente en el área muestreada.*

| Individuo | Sitio | Nombre común | Nombre científico | D (cm) | H (m) | Área basal ($m^2$) | Volumen (m3) | B (Kg M.S./árbol) | B (t M.S./árbol) | CF | C / árbol de la muestra (t C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 4 | 0.0050 | 0.0125 | 7.706 | 0.008 | 0.5 | 0.004 |
| 1 | 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 7.5 | 4 | 0.0044 | 0.0112 | 6.773 | 0.007 | 0.5 | 0.003 |
| 1 | 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 6 | 0.0050 | 0.0212 | 11.558 | 0.012 | 0.5 | 0.006 |
| 1 | 3 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 6 | 0.0050 | 0.0212 | 11.558 | 0.012 | 0.5 | 0.006 |
| 1 | 3 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 9 | 5 | 0.0064 | 0.0206 | 12.191 | 0.012 | 0.5 | 0.006 |
| 1 | 3 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 6 | 0.0050 | 0.0212 | 11.558 | 0.012 | 0.5 | 0.006 |
| 1 | 3 | Tepame | Acacia pennatula | 9.5 | 6 | 0.0071 | 0.0243 | 37.1 | 0.037 | 0.5 | 0.019 |
| 1 | 3 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 9 | 7 | 0.0064 | 0.0276 | 30.47 | 0.030 | 0.5 | 0.015 |
| 1 | 9 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 17 | 8 | 0.0227 | 0.1034 | 117.03 | 0.117 | 0.5 | 0.059 |
| 1 | 9 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 9 | 7 | 0.0064 | 0.0320 | 17.067 | 0.017 | 0.5 | 0.009 |
|  | 9 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 7 | 0.0050 | 0.0260 | 13.485 | 0.013 | 0.5 | 0.007 |
| 1 | 10 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 8 | 8 | 0.0050 | 0.0254 | 23.46 | 0.023 | 0.5 | 0.012 |
| 1 | 12 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 15 | 12 | 0.0177 | 0.1241 | 86.49 | 0.086 | 0.5 | 0.043 |
| 1 | 13 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 21 | 12 | 0.0346 | 0.2321 | 195.01 | 0.195 | 0.5 | 0.098 |
| 1 | 15 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 14 | 14 | 0.0154 | 0.1278 | 73.21 | 0.073 | 0.5 | 0.037 |
|  | 15 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 21 | 14 | 0.0346 | 0.2717 | 195.01 | 0.195 | 0.5 | 0.098 |
|  | 15 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 25 | 14 | 0.0491 | 0.3758 | 297.17 | 0.297 | 0.5 | 0.149 |
| 1 | 16 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 19 | 12 | 0.0284 | 0.1926 | 153.12 | 0.153 | 0.5 | 0.077 |
| 1 | 16 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 16 | 10 | 0.0201 | 0.1161 | 101.08 | 0.101 | 0.5 | 0.051 |
| 1 | 17 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 9 | 10.5 | 0.0064 | 0.0418 | 25.17 | 0.025 | 0.5 | 0.013 |
|  | 17 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 23 | 10.5 | 0.0415 | 0.2398 | 242.95 | 0.243 | 0.5 | 0.121 |
| 1 | 17 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 14 | 8 | 0.0154 | 0.0721 | 73.21 | 0.073 | 0.5 | 0.037 |
| 1 | 20 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 8 | 0.0050 | 0.0309 | 15.411 | 0.015 | 0.5 | 0.008 |
| 1 | 23 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 9 | 7.5 | 0.0064 | 0.0350 | 18.286 | 0.018 | 0.5 | 0.009 |
|  | 23 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 9 | 7.5 | 0.0064 | 0.0350 | 18.286 | 0.018 | 0.5 | 0.009 |
| 1 | 24 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 11 | 8 | 0.0095 | 0.0542 | 29.137 | 0.029 | 0.5 | 0.015 |
|  | 24 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 12 | 8 | 0.0113 | 0.0633 | 34.675 | 0.035 | 0.5 | 0.017 |
| 1 | 24 | Tepame | Acacia pennatula | 9 | 6 | 0.0064 | 0.0218 | 32.9 | 0.033 | 0.5 | 0.016 |
| 1 | 26 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 8 | 5 | 0.0050 | 0.0167 | 9.632 | 0.010 | 0.5 | 0.005 |
| 1 | 26 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 13 | 8 | 0.0133 | 0.0628 | 61.21 | 0.061 | 0.5 | 0.031 |
| 1 | 29 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 9 | 7 | 0.0064 | 0.0320 | 17.067 | 0.017 | 0.5 | 0.009 |
| 1 | 31 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 29 | 14 | 0.0661 | 0.4953 | 425.36 | 0.425 | 0.5 | 0.213 |
| 1 | 35 | Tepame | Acacia pennatula | 11 | 6 | 0.0095 | 0.0325 | 51.0 | 0.051 | 0.5 | 0.025 |
| 1 | 41 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 8 | 5.5 | 0.0050 | 0.0173 | 23.46 | 0.023 | 0.5 | 0.012 |
| 1 | 42 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 8 | 6 | 0.0050 | 0.0205 | 18.94 | 0.019 | 0.5 | 0.009 |
|  |  |  |  |  |  | 0.5018 | 3.0580 |  | 2.498 |  | 1.249 |

De los individuos maderables encontrados en la superficie muestreada (0.4400 Has), se obtiene un total de 1.249 tC de biomasa aérea en una superficie de 0.4400 Has.

Aplicando una tabla dinámica a la tabla anterior, se obtiene:

*Tabla 74 Biomasa y contenido de carbono por hectárea de los ejemplares arbóreos maderables.*

| Especie | Biomasa Arbórea maderable (t M.S. /especie/muestra) | B (t M.S./Ha) | CF | C (t C/ha) |
|---|---|---|---|---|
| Acacia pennatula | 0.121 | 0.275 | 0.5 | 0.137 |
| Eysenhardtia polystachya | 0.019 | 0.043 | 0.5 | 0.022 |
| Flourensia laurifolia | 0.234 | 0.533 | 0.5 | 0.266 |
| Guazuma ulmifolia | 0.077 | 0.176 | 0.5 | 0.088 |
| Lysiloma acapulcensis | 2.046 | 4.650 | 0.5 | 2.325 |
| Total general | 2.498 | 5.677 | | 2.838 |

De acuerdo a los datos del inventario forestal y considerando únicamente a los ejemplares arbóreos maderables, se tienen un contenido de carbono de 2.838 (t C/ha) de biomasa aérea.

### *Biomasa subterránea*

La medición y estimación de la biomasa de raíces es considerada una ardua tarea que demanda mucho tiempo y alto costo; para inventariar raíces es necesario realizar excavaciones completas. Siendo así, algunos proyectos optan por utilizar relaciones entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo por medio de ecuaciones alométricas obtenidas en la literatura científica. Para este estudio se ha optado por utilizar una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:

Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años

Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 49 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.

| | |
|---|---|
| Tipo de veg. En CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces arbóreas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

| | | |
|---|---|---|
| Biomasa aérea: | 11.783 | t M.S./ha |
| Biomasa de las raíces: | 3.068 | t M.S./ha |
| CF: Fracción de carbono (t C / t M.S.) | 0.5 | t M.S./ha |
| Carbono en la biomasa subterránea de raíces arbóreas maderables: | **1.534** | t C / ha |

*Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC.

### *Subtotal de C en CUSTF*

*Tabla 75 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbóreos maderables.*

| Biomasa y C de arbóreos maderables | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de Biomasa | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| Biomasa aérea: | **2.838** | **2.7316** | **7.753** |
| Biomasa subterránea: | **0.804** | | **2.197** |
| Total | **3.643** | | **9.950** |

Para el área de CUSTF correspondiente a la biomasa de los ejemplares arbóreos maderables se tiene alrededor de 9.950 tC.

- Contenido de carbono en el Estrato arbóreo (arbóreos juveniles, DAP<7.5cm)

### *Biomasa aérea*

Debido a que no se afecta vegetación antes de obtener la autorización en materia de cambio de uso de suelo, no se aplican métodos directos o destructivos para conocer la biomasa de los ejemplares de árboles pequeños. Para este caso, al igual que para los ejemplares maderables, se aplica el método indirecto utilizando ecuaciones alométricas por especie.

La biomasa de árboles pequeños puede estimarse a partir de las mismas regresiones alométricas. El método habitual consiste en estimar el DAP común de los Árboles jóvenes (IPCC,2003). Para el cálculo de la biomasa (*B*) aérea de los ejemplares no arbóreos superiores, cuyos DAP son menores a 7.5 cm, se utilizaron diámetros basales promedio por especie.

Con los diámetros basales promedio y la aplicación de ecuaciones alométricas por especie (contenidas en el Protocolo Mexicano de Carbono) se obtuvo la biomasa aérea en Kg de materia seca *B (Kg M.S./árbol)*.

*Tabla 76 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos juveniles.*

| Nombre común | Nombre científico | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|---|
| Hoja ancha | Flourensia laurifolia | B = (0.0301) * (día ^ 2) * alt | Cairns, M., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. Forest Ecology and Management 186:125-132. |
| Palo de arco | Lysiloma microphylla | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | Hung, D.N., Son, N.V., Hung, N.P. (2012) Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam - Evergreen broadleaf forests in Quang Binh Province in (Eds) Inoguchi, A., Henry, M. Birigazzi, L. Sola, G. Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam, UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam. |
| Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | |
| Vara duce | Eysenhardtia polystachya | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | |
| Shongua | Rhus pachyrrhachis | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | |
| Pirulillo | Pistacia mexicana | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | |
| Capulín | Bumelia laetevirens | B = 0.1245*(día)^(2.4163) | |
| Tepame | Acacia pennatula | B = (Exp(-1.291) * día ^ 2.178) | Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huatla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p. |
| Chaca | Bursera simaruba | B = (0.064808*(día)^2.46998) | Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 4 (2):215 -222. |
| Trompillo | Cordia boissieri | B = (10^-0.755)*(dia^2.072) | Segura, M., M. Kanninen y D. Suárez. 2006. Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. Agroforest Syst 68:143-150. |
| Huizache | Acacia farnesiana | B = (Exp(-1.291) * día ^ 2.178) | Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huatla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p. |
| Gatillo | Zanthoxylum fagara | B = (0.00166*(día)^3.6586) | Manzano, F. 2010. Crecimiento, periodicidad y biomasa de Zanthoxylum kellermanii P. Wilson en una selva perennifolia del norte de Oaxaca. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 85 p. |
| Aquiche | Guazuma ulmifolia | B = (0.232435*dia^2.21906) | Rodríguez R. 2007. Capacidad de almacenamiento de carbono contenido en tres ecosistemas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo Le\| Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana. |
| Ocotillo | Exostema caribaeum | B = (0.0301) * (día ^ 2) * alt | Cairns, M., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. Forest Ecology and Management 186:125-132. |
| Palo mulato | Bursera lancifolia | B = (0.064808*(día)^2.46998) | Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 4 (2):215 -222. |
| Palo zorrillo | Senna atomaria | B = 0.2368 * (día) ^ (2.2219) | Sampaio, EVSB; Silva, GC. 2005. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. Acta Botanica Brasilica 19(4):935-943. |
| Palo xixote | Bursera fagaroides | B = (0.064808*(día)^2.46998) | Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 4 (2):215 -222. |
| Higuerón | Ficus cotinifolia | B = 0.062*(día*alt)^1.296 | Chan, N., Takeda, S., Suzuki, R. & Yamamoto, S. 2013. Establishment of allometric models and estimation of biomass recovery of swidden cultivation fallows in mixed |

| Nombre común | Nombre científico | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|---|
| | | | deciduous forests of the Bago Mountains, Myanmar. Forest Ecology and Management., 304: 427-436. |
| Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | B = (0.3700)*(dia^1.9600) | Návar, J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico.Forest Ecology and Management 257:427-434\| Rojas-García, F., P. Martínez-Zurimendi, M. Olguín y B. De Jong. 2009. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea en México. ECOSUR-CONAFOR. Inédito. |

Los resultados de Biomasa *(B)* en *Kg M.S./árbol* se obtienen de la ecuación alométrica empleando el diámetro basal promedio de cada individuo, se divide entre 1000 para obtenerlos en *B (t M.S. / árbol);* se multiplica por el número de ejemplares por hectárea de la especie, para obtener la biomasa en *B (ton M.S./ha)* y multiplicado por el factor de contenido de carbono *CF* (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), se obtiene el contenido de Carbono por especie y por hectárea, *t C / ha*.

De acuerdo a los datos del inventario forestal y considerando únicamente a los ejemplares arbóreos juveniles con DAP menor a 7.5 cm, se tienen un contenido de carbono de 2.039 t C/ha de biomasa aérea (ver tabla siguiente).

*Tabla 77 Contenido de Carbono por especie de ejemplares arbóreos juveniles.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | No ind/muestra | No ind/CUSTF | No ind/Ha | D en la base prom (cm) | B (Kg M.S./árbol) | B (ton M.S./árbol) | B (ton M.S./ha) | CF | C por árbol (t C) | C / especie (t C/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | Flourensia laurifolia | 2,040 | 12,665 | 4,636 | 6 | 1.517 | 0.0015 | 7.034 | 0.5 | 0.0008 | 3.517 |
| 2 | Palo de arco | Lysiloma microphylla | 179 | 1,111 | 407 | 4 | 3.548 | 0.0035 | 1.443 | 0.5 | 0.0018 | 0.722 |
| 3 | Tepehuaje | Lysiloma acapulcensis | 127 | 788 | 289 | 5 | 6.083 | 0.0061 | 1.756 | 0.5 | 0.0030 | 0.878 |
| 4 | Tepame | Acacia pennatula | 97 | 602 | 220 | 5 | 9.156 | 0.0092 | 2.018 | 0.5 | 0.0046 | 1.009 |
| 5 | Chaca | Bursera simaruba | 19 | 118 | 43 | 5 | 3.452 | 0.0035 | 0.149 | 0.5 | 0.0017 | 0.075 |
| 6 | Vara dulce | Eysenhardtia polystachya | 146 | 906 | 332 | 5 | 6.083 | 0.0061 | 2.018 | 0.5 | 0.0030 | 1.009 |
| 7 | Shongua | Rhus pachyrrhachis | 138 | 857 | 314 | 3 | 1.770 | 0.0018 | 0.555 | 0.5 | 0.0009 | 0.278 |
| 8 | Trompillo | Cordia boissieri | 52 | 323 | 118 | 4 | 3.108 | 0.0031 | 0.367 | 0.5 | 0.0016 | 0.184 |
| 9 | Huizache | Acacia farnesiana | 31 | 192 | 70 | 5 | 9.156 | 0.0092 | 0.645 | 0.5 | 0.0046 | 0.323 |
| 10 | Gatillo | Zanthoxylum fagara | 116 | 720 | 264 | 4 | 0.265 | 0.0003 | 0.070 | 0.5 | 0.0001 | 0.035 |
| 11 | Aquiche | Guazuma ulmifolia | 16 | 99 | 36 | 5 | 8.267 | 0.0083 | 0.301 | 0.5 | 0.0041 | 0.150 |
| 12 | Pirulillo | Pistacia mexicana | 7 | 43 | 16 | 5 | 6.083 | 0.0061 | 0.097 | 0.5 | 0.0030 | 0.048 |
| 13 | Ocotillo | Exostema caribaeum | 7 | 43 | 16 | 4 | 0.578 | 0.0006 | 0.009 | 0.5 | 0.0003 | 0.005 |
| 14 | Capulín | Bumelia laetevirens | 3 | 19 | 7 | 6 | 9.450 | 0.0094 | 0.064 | 0.5 | 0.0047 | 0.032 |
| 15 | Palo mulato | Bursera lancifolia | 2 | 12 | 5 | 3 | 0.977 | 0.0010 | 0.004 | 0.5 | 0.0005 | 0.002 |
| 16 | Palo zorrillo | Senna atomaria | 1 | 6 | 2 | 3 | 2.720 | 0.0027 | 0.006 | 0.5 | 0.0014 | 0.003 |
| 17 | Palo xixote | Bursera fagaroides | 1 | 6 | 2 | 4 | 1.989 | 0.0020 | 0.005 | 0.5 | 0.0010 | 0.002 |
| 18 | Higuerón | Ficus cotinifolia | 1 | 6 | 2 | 3 | 0.326 | 0.0003 | 0.001 | 0.5 | 0.0002 | 0.000 |
| 19 | Palo Brasil | Haematoxylum brasiletto | 4 | 25 | 9 | 5 | 8.673 | 0.0087 | 0.079 | 0.5 | 0.0043 | 0.039 |
| | | | 2,987 | 18,544 | 6,789 | | 83.199 | 0.0832 | 16.621 | | 0.042 | 8.311 |

### *Biomasa subterránea*

Se utilizó una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:
Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años
Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 50 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997

| | |
|---|---|
| Tipo de veg. En CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces arbóreas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

| | | |
|---|---|---|
| Biomasa aérea: | 16.621 | t M.S./ha |
| Biomasa de las raíces: | 4.157 | t M.S./ha |
| CF: Fracción de carbono (t C / t M.S.) | 0.5 | t M.S./ha |
| Carbono en la biomasa subterránea de raíces: | **2.079** | t C / ha |

*Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC.

### *Subtotal de C en CUSTF*

*Tabla 78 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbóreos juveniles.*

| **Biomasa y C de arbóreos juveniles** | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Biomasa** | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| **Biomasa aérea:** | **8.311** | **2.7316** | **22.701** |
| **Biomasa subterránea:** | **2.079** | | **5.678** |
| **Total** | **10.389** | | **28.379** |

Para los ejemplares arbóreos no maderables el área de CUSTF se tiene alrededor de 28.379 tC.

- Contenido de carbono en el Estrato arbustivo

***Biomasa aérea***

Para el cálculo de la biomasa (*B*) de ejemplares arbustivos, se utilizó en primer lugar, el dato de los diámetros basales promedio por especie, es decir medidos en la base del tallo de los ejemplares; se buscó obtener un diámetro promedio que representara las condiciones del resto de los ejemplares de la especie. Con dichos diámetros basales promedio por especie y la aplicación de una ecuación alométricas genérica por similitud de condiciones de ecosistemas, ya que de acuerdo al Panel Intergubernamental de cambio climático (IPCC) de no existir la ecuación para la especie se podrá utilizar las ecuaciones del *cuadro 4.A.1 ecuaciones alométricas para estimar la biomasa sobre el suelo (kg de materia seca por árbol) de especies de madera dura y especies de pinos de zonas tropicales y templadas*.

**CUADRO 4.A.1**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA SOBRE EL SUELO (KG DE MATERIA SECA POR ÁRBOL) DE ESPECIES DE MADERA DURA Y ESPECIES DE PINOS DE ZONAS TROPICALES Y TEMPLADAS**

| Euación | Tipo de bosque[a] | $R^2$/tamaño de la muestra | Gama de DAP (cm.) |
|---|---|---|---|
| $Y = \exp[-2{,}289 + 2{,}649 \cdot \ln(DAP) - 0{,}021 \cdot (\ln(DAP))^2]$ | Maderas duras de zonas tropicales húmedas | 0,98/226 | 5 - 148 |
| $Y = 21{,}297 - 6{,}953 \cdot (DAP) + 0{,}740 \cdot (DAP)^2$ | Maderas duras de zonas tropicales muy húmedas | 0,92/176 | 4 - 112 |
| $Y = 0{,}887 + [(10486 \cdot (DAP)^{2{,}84}) / ((DAP^{2{,}84}) + 376907)]$ | Pinos de zonas templadas/tropicales | 0,98/137 | 0,6 - 56 |
| $Y = 0{,}5 + [(25000 \cdot (DAP)^{2{,}5}) / ((DAP^{2{,}5}) + 246872)]$ | Maderas duras de la zona templada del este de los Estados Unidos | 0,99/454 | 1,3 - 83,2 |

Donde:
Y= materia seca sobre el suelo, Kg $(árbol)^{-1}$
DAP = diámetro a la altura del pecho, cm.
ln = logaritmo natural
exp = "e elevada a la potencia de"

[a] Las zonas tropicales húmedas se caracterizan en general por tener precipitaciones de 2.000 a 4.000 mm/año en las tierras bajas; la denominación de "zona tropical muy húmeda" se refiere a zonas con precipitaciones de más de 4.000 mm/año en las tierras bajas (para más detalles véase Brown, 1997).

Fuentes: Datos actualizados de Brown, 1997; Brown y Schroeder, 1999; Schroeder *et al.*, 1997

Ilustración 51 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa sobre el suelo (en KG de Materia seca por árbol) de especies de madera dura y especies de pinos de zonas tropicales y templadas.

*Tabla 79 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbustivos.*

| Especie | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|
| Ecuación genérica | **B=exp[–2,289 + 2,649 • ln (DAP) – 0,021 • (ln(DAP))2]** | **Formula genérica del Anexo 4A.2 Ejemplos de ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de los árboles sobre el suelo y bajo el suelo.** |

Los resultados de Biomasa *(B)* en *Kg M.S./individuo* se obtienen de la ecuación alométrica con el diámetro basal promedio de cada individuo; se divide entre 1000, para obtenerlo en *B (t M.S. / individuo) y* se multiplica por el número de ejemplares por hectárea de la especie, para obtener la biomasa en *B (ton M.S./ha);* al multiplicar el valor por el factor de contenido de carbono *CF* (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), se obtiene el contenido de Carbono por especie y por hectárea, *t C / ha*.

*Tabla 80 Contenido de Carbono por especie de ejemplares arbustivos.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | No ind/muestra | No ind/CUSTF | No ind/Ha | D en la base prom (cm) | B (Kg M.S./individuo) | B (ton M.S./individuo) | B (ton M.S./ha) | CF | C por individuo (t C) | C / especie (t C/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Frutilla | *Lantana velutina* | 1,486 | 9,225 | 3,377 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 2.126 | 0.5 | 0.0003 | 1.063 |
| 2 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 802 | 4,979 | 1,823 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 1.147 | 0.5 | 0.0003 | 0.574 |
| 3 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 648 | 4,023 | 1,473 | 3 | 1.815 | 0.00181 | 2.672 | 0.5 | 0.0009 | 1.336 |
| 4 | Rama del burro | *Dalea greggii* | 633 | 3,930 | 1,439 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.146 | 0.5 | 0.0001 | 0.073 |
| 5 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 289 | 1,794 | 657 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.011 | 0.5 | 0.0000 | 0.005 |
| 6 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 282 | 1,751 | 641 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.065 | 0.5 | 0.0001 | 0.032 |
| 7 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 193 | 1,198 | 439 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 0.276 | 0.5 | 0.0003 | 0.138 |
| 8 | Solimán peludo | *Croton ciliato-glandulosus* | 183 | 1,136 | 416 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.007 | 0.5 | 0.0000 | 0.003 |
| 9 | Salvia prieta | *Salvia melissodora* | 162 | 1,006 | 368 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.037 | 0.5 | 0.0001 | 0.019 |
| 10 | Sarabuyo | *Karwinskia humboldtiana* | 130 | 807 | 295 | 6 | 10.913 | 0.01091 | 3.224 | 0.5 | 0.0055 | 1.612 |
| 11 | Damiana | *Turnera diffusa* | 116 | 720 | 264 | 0.3 | 0.004 | 0.00000 | 0.001 | 0.5 | 0.0000 | 0.001 |
| 12 | Hierba del negro | *Eupatorium areolare* | 63 | 391 | 143 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.015 | 0.5 | 0.0001 | 0.007 |
| 13 | Frutillilla | *Lippia oaxacana* | 61 | 379 | 139 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.014 | 0.5 | 0.0001 | 0.007 |
| 14 | Hierba del toro | *Verbesina persicifolia* | 41 | 255 | 93 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.009 | 0.5 | 0.0001 | 0.005 |
| 15 | Chioccoca | *Chiococca alba* | 39 | 242 | 89 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.001 | 0.5 | 0.0000 | 0.001 |
| 16 | Malvarisco | *Sida acuta* | 31 | 192 | 70 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.001 | 0.5 | 0.0000 | 0.001 |
| 17 | Orégano | *Lippia graveolens* | 31 | 192 | 70 | 1.5 | 0.296 | 0.00030 | 0.021 | 0.5 | 0.0001 | 0.010 |
| 18 | Candelón | *Parthenium tomentosum* | 30 | 186 | 68 | 1.5 | 0.296 | 0.00030 | 0.020 | 0.5 | 0.0001 | 0.010 |
| 19 | Candela | *Montanoa tomentosa* | 26 | 161 | 59 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 0.037 | 0.5 | 0.0003 | 0.019 |
| 20 | Tomate de guía | *Urvillea ulmacea* | 11 | 68 | 25 | 0.3 | 0.004 | 0.00000 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 21 | Güito | *Marsdenia coulteri* | 10 | 62 | 23 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 22 | Salvia blanca | *Hyptis albida* | 9 | 56 | 20 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.002 | 0.5 | 0.0001 | 0.001 |
| 23 | Pasillo | *Osmanthus americanus* | 8 | 50 | 18 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 24 | Tripa de vaca | *Cissus sicyoides* | 8 | 50 | 18 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.002 | 0.5 | 0.0001 | 0.001 |
| 25 | Cordia | *Cordia globosa* | 8 | 50 | 18 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 26 | Chupona morada | *Abutilon gaumeri* | 3 | 19 | 7 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 27 | Huevo de gato | *Solanum hirtum* | 2 | 12 | 5 | 0.5 | 0.016 | 0.00002 | 0.000 | 0.5 | 0.0000 | 0.000 |
| 28 | Limoncillo | *Helietta parvifolia* | 1 | 6 | 2 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 0.001 | 0.5 | 0.0003 | 0.001 |
| 29 | Cruceta | *Pisonia aculeata* | 1 | 6 | 2 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 0.001 | 0.5 | 0.0003 | 0.001 |
| 30 | Sosa | *Solanum verbascifolium* | 1 | 6 | 2 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.000 | 0.5 | 0.0001 | 0.000 |
| 31 | San pedro | *Tecoma stans* | 1 | 6 | 2 | 2 | 0.629 | 0.00063 | 0.001 | 0.5 | 0.0003 | 0.001 |
| 32 | Árnica de monte | *Trixis inula* | 1 | 6 | 2 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.000 | 0.5 | 0.0001 | 0.000 |
| 33 | Vara prieta AM | *Verbesina virgata* | 1 | 6 | 2 | 1 | 0.101 | 0.00010 | 0.000 | 0.5 | 0.0001 | 0.000 |
| | | | **5,311** | **32,972** | **12,070** | | **18.992** | **0.0190** | **9.841** | | **0.009** | **4.921** |

De acuerdo a los datos del inventario forestal y considerando a los ejemplares arbustivos, se tiene un contenido de carbono de 4.921 t C/ha de biomasa aérea.

### *Biomasa subterránea*

Se utilizó una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:
Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años
Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 52 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.

| | |
|---|---|
| Tipo de veg. En CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces arbustivas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

| | | |
|---|---|---|
| Biomasa aérea: | 9.841 | t M.S./ha |
| Biomasa de las raíces: | 2.616 | t M.S./ha |
| CF: Fracción de carbono (t C / t M.S.) | 0.5 | t M.S./ha |
| Carbono en la biomasa subterránea de raíces: | **1.308** | t C / ha |

*Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC.

### *Subtotal de C en CUSTF*

*Tabla 81 Biomasa y Carbono de los ejemplares arbustivos.*

| **Biomasa y C de las especies arbustivas** | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Biomasa** | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| **Biomasa aérea:** | **4.921** | **2.7316** | **13.441** |
| **Biomasa subterránea:** | **1.308** | | **3.573** |
| **Total** | **6.229** | | **17.014** |

Para los ejemplares arbustivos el área de CUSTF se tiene una biomasa de 17.014 tC.

- Contenido de carbono en el Estrato cactáceas

***Biomasa aérea***

Para el cálculo de la biomasa (*B*) de ejemplares de cactáceas, a diferencia de los anteriores estratos, se utiliza el dato de cobertura de copa promedio por especie, en metros cuadrados. Se aplicó un modelo del estudio "*Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México* (Becerril Piña *et al*, 2014)" realizado en la zona centro de México, en un ecosistema semiárido, donde se desarrollan especies de cactáceas como las que se encontraron en la superficie del proyecto.

El referido estudio llevo a cabo sus investigaciones en la cuenca de Dolores Hidalgo, en la región semiárida de Guanajuato, México. Los organismos vegetales para generar la base de datos fueron obtenidos del predio El Cortijo localizado a 20 km al Este del municipio de Dolores Hidalgo entre los 21° 09' Norte y 100° 56' Oeste. De acuerdo con varios investigadores (Frías-Hernández et al. 1999, Reyes-Reyes et al. 2003, Mastachi-Loza et al. 2010) es una zona accesible para la realización de diversos estudios relacionados con procesos de superficie. Se generaron ecuaciones alométricas en general lineales para especies características de los ecosistemas semiáridos pero que también son muy comunes de encontrar en ecosistemas tropicales y subtropicales, para ello se aplicó el método destructivo, y se obtuvieron ecuaciones por especie de ramas, fustes y hojas, además de una ecuación para herbáceas y una ecuación genérica para comunidad semiárida.

Los resultados de dicha investigación para una zona semiárida del centro de México, fueron las siguientes ecuaciones alométricas.

**Tabla 2.** Ecuaciones alométricas (EA) para estimar biomasa aérea de la vegetación de la zona semiárida de la región centro de México (Y: biomasa seca (kg), C: cobertura de copa ($m^2$), H: altura total (m), Rc: radio de la copa (m), V: volumen ($m^3$), $R^2$: coeficiente de determinación, R: coeficiente de correlación). **Table 2.** Allometric equations (AE) to estimate aboveground biomass of plants in the semi-arid region of central Mexico (Y: dry biomass (kg), C: canopy cover ($m^2$), H: total height (m), Rc: canopy radius (m), V: volume ($m^3$), $R^2$: determination coefficient, R: correlation coefficient).

| Especia | Ecuaciones alometrias (EA) | R | $R^2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| *P. Leavigate* | $Y_{hojas} = -0.1237 + 0.1868 * C$ | 0.98 | 0.96 | |
| | $Y_{ramas} = -0.1248 + 1.3699 * C$ | 0.97 | 0.95 | |
| | $Y_{fuste} = -4.0970 + 4.6411 * H$ | 0.92 | 0.86 | |
| | Y= 4.1141 + 2.2908 * C | 0.96 | 0.89 | 0.05 |
| *A. farnesiana* | $Y_{hojas} = -0.5382 + 0.5305 * C$ | 0.93 | 0.87 | |
| | $Y_{ramas} = -9.5440 + 8.2022 * C$ | 0.85 | 0.73 | |
| | $Y_{fuste} = -5.8535 + 5.3350 * H$ | 0.79 | 0.62 | |
| | $Y = 0.5331 \exp(1.3747 * Vol)$ | 0.91 | 0.88 | 0.05 |
| Herbáceas | Y = 0.7094 * Rc - 0.0137 | 0.82 | 0.88 | 0.05 |
| Comunidad | Y = 0.4852 + 3.2345 * C | 0.80 | 0.64 | 0.05 |

Ilustración 53 Algunas ecuaciones alométricas para ecosistemas semiáridos y tropicales (Becerril Piña et al, 2014).

De acuerdo a lo anterior, se optó por aplicar y utilizar la ecuación alométrica genérica generada para comunidad:

*Tabla 82 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares de cactáceas.*

| Especie | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|
| **Ecuación genérica por similitud de comunidad** | **B=0.4852 + 3.2345 * C**<br><br>**Donde: C=Cobertura de copa en $m^2$** | **Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100002** |

Los resultados de Biomasa *(B)* en *Kg M.S./individuo* se obtienen aplicado la ecuación alométrica con los datos de cobertura de copa promedio de la especie, se divide entre 1000, para obtenerlo en *B (t M.S. / individuo);* se multiplica por el número de ejemplares por hectárea de la especie, para obtener la biomasa en *B (ton M.S./ha);* y se multiplica por el factor de contenido de carbono *CF* (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), el resultado es el contenido de Carbono por especie y por hectárea, *t C / ha*.

De acuerdo a los datos del inventario forestal y considerando a los ejemplares de **cactáceas**, se tiene un contenido de carbono de **0.005 t C/ha de biomasa aérea**

*Tabla 83 Contenido de Carbono por especie de ejemplares cactáceas.*

| No | Nombre común | Nombre científico | No ind/muestra | No ind/CUSTF | No ind/Ha | Diámetro copa_prom (m) | Cobertura copa_prom ($m^2$) | B (Kg M.S./individuo) | B (ton M.S./individuo) | B (ton M.S./ha) | CF | C/ individuo (t C) | C especie (t C/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 6 | 37 | 14 | 0.15 | 0.018 | 0.542 | 0.0005 | 0.007 | 0.5 | 0.0003 | 0.004 |
| 2 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 2 | 12 | 5 | 0.25 | 0.049 | 0.644 | 0.0006 | 0.003 | 0.5 | 0.0003 | 0.001 |
| | | | 8 | 50 | 18 | | | 1.186 | 0.0012 | 0.010 | | 0.001 | 0.005 |

***Biomasa subterránea***

Se utilizó una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:
Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años
Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 54 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.

| | |
|---|---|
| Tipo de veg. En CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces de cactáceas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

| | | |
|---|---|---|
| Biomasa aérea: | 0.010 | t M.S./ha |
| Biomasa de las raíces: | 0.006 | t M.S./ha |
| CF: Fracción de carbono (t C / t M.S.) | 0.5 | t M.S./ha |
| Carbono en la biomasa subterránea de raíces: | **0.003** | t C / ha |

*Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC.

***Subtotal de C en CUSTF***

*Tabla 84 Biomasa y Carbono de los ejemplares de cactáceas.*

| Biomasa y C de las especies de cactáceas | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Biomasa** | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| Biomasa aérea: | 0.005 | 2.7316 | 0.014 |
| Biomasa subterránea: | 0.003 | | 0.008 |
| Total | **0.008** | | **0.022** |

Para **el área de CUSTF** la biomasa de los **ejemplares de cactáceas** se tiene alrededor de **0.022 tC**.

- Contenido de carbono en el Estrato herbáceo

## *Biomasa aérea*

Para el cálculo de la biomasa (*B*) de ejemplares de herbáceos, se utiliza el método indirecto con ecuaciones alométricas por especie; pero a diferencia de los anteriores estratos, se utilizará el dato de **radio de la copa promedio por especie**, en metros.

Se aplicó un modelo alométrico, proveniente de un estudio realizado en la zona centro de México *"Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México* (Becerril Piña *et al*, 2014)", el cual es un clima lo más parecido a la que se encuentra en la superficie del proyecto.

**Tabla 2.** Ecuaciones alométricas (EA) para estimar biomasa aérea de la vegetación de la zona semiárida de la región centro de México (Y: biomasa seca (kg), C: cobertura de copa ($m^2$), H: altura total (m), Rc: radio de la copa (m), V: volumen ($m^3$), $R^2$: coeficiente de determinación, R: coeficiente de correlación).
**Table 2.** Allometric equations (AE) to estimate aboveground biomass of plants in the semi-arid region of central Mexico (Y: dry biomass (kg), C: canopy cover ($m^2$), H: total height (m), Rc: canopy radius (m), V: volume ($m^3$), $R^2$: determination coefficient, R: correlation coefficient).

| Especia | Ecuaciones alometrias (EA) | R | $R^2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| *P. Leavigate* | $Y_{hojas} = -0.1237 + 0.1868 * C$ | 0.98 | 0.96 | |
| | $Y_{ramas} = -0.1248 + 1.3699 * C$ | 0.97 | 0.95 | |
| | $Y_{fuste} = -4.0970 + 4.6411 * H$ | 0.92 | 0.86 | |
| | Y= 4.1141 + 2.2908 * C | 0.96 | 0.89 | 0.05 |
| *A. farnesiana* | $Y_{hojas} = -0.5382 + 0.5305 * C$ | 0.93 | 0.87 | |
| | $Y_{ramas} = -9.5440 + 8.2022 * C$ | 0.85 | 0.73 | |
| | $Y_{fuste} = -5.8535 + 5.3350 * H$ | 0.79 | 0.62 | |
| | Y = 0.5331 exp(1.3747 * Vol) | 0.91 | 0.88 | 0.05 |
| Herbáceas | Y = 0.7094 * Rc - 0.0137 | 0.82 | 0.88 | 0.05 |
| Comunidad | Y = 0.4852 + 3.2345 * C | 0.80 | 0.64 | 0.05 |

Ilustración 55 Algunas ecuaciones alométricas para ecosistemas semiáridos y tropicales (Becerril Piña et al, 2014).

De acuerdo a lo anterior, se optó por aplicar y utilizar la ecuación alométrica genérica generada para las hierbas:

*Tabla 85 Ecuaciones alométricas para estimar biomasa de ejemplares de cactáceas.*

| Especie | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|
| Ecuación genérica hierbas | B=0.7094 * Rc – 0.0137<br><br>Dónde: Rc=Radio de copa en m. | Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100002 |

Los resultados de Biomasa *(B)* en *Kg M.S./individuo* se obtienen de la ecuación alométrica y los datos de radio de copa promedio de la especie, se divide entre 1000, para obtenerlo en *B (t M.S. / individuo),* se multiplica por el número de ejemplares por hectárea de la especie, para obtener la biomasa en *B (ton M.S./ha);* y se multiplica por el factor de contenido de carbono *CF* (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), el resultado es el contenido de Carbono por especie y por hectárea, *t C / ha.*

*Tabla 86 Contenido de Carbono por especie de ejemplares de hierbas.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | No ind/muestra | No ind/CUSTF | No ind/Ha | Radio_copa_prom (m) | B (Kg M.S./individuo) | B (ton M.S./individuo) | B (ton M.S./ha) | CF | C por individuo (t C) | C / especie (t C/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | *Evolvulus alsinoides* | 99 | 61,461 | 22,500 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.011 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0055 |
| 2 | Malva ayenia | *Ayenia pusilla* | 25 | 15,520 | 5,682 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.003 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0014 |
| 3 | Justicia azul | *Justicia caudata* | 21 | 13,037 | 4,773 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.002 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0012 |
| 4 | Trompetilla morada | *Justicia pilosella* | 4 | 2,483 | 909 | 0.100 | 0.0572 | 0.0000572 | 0.052 | 0.5 | 0.0000286 | 0.0260 |
| 5 | Poleo 2 | *Satureja mexicana* | 3 | 1,862 | 682 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.000 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0002 |
| 6 | Ruellia | *Ruellia nudiflora* | 15 | 9,312 | 3,409 | 0.025 | 0.0040 | 0.0000040 | 0.014 | 0.5 | 0.0000020 | 0.0069 |
| 7 | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | 21 | 13,037 | 4,773 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.002 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0012 |
| 8 | Trepadora frijol | *Nissolia nelsoni* | 6 | 3,725 | 1,364 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.001 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0003 |
| 9 | Ortiguiya | *Trafia volubilis* | 30 | 18,625 | 6,818 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.003 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0017 |
| 10 | Serenillo | *Adiantum capillus-veneris* | 4 | 2,483 | 909 | 0.025 | 0.0040 | 0.0000040 | 0.004 | 0.5 | 0.0000020 | 0.0018 |
| 11 | Olotillo | *Tretamerium nervosum* | 4 | 2,483 | 909 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.000 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0002 |
| 12 | Lengua de vaca | *Elytraria bromoides* | 3 | 1,862 | 682 | 0.030 | 0.0076 | 0.0000076 | 0.005 | 0.5 | 0.0000038 | 0.0026 |
| 13 | Pega | *Priva lappulacea* | 3 | 1,862 | 682 | 0.020 | 0.0005 | 0.0000005 | 0.000 | 0.5 | 0.0000002 | 0.0002 |
| 14 | Malvarisquillo | *Sida procumbens* | 3 | 1,862 | 682 | 0.030 | 0.0076 | 0.0000076 | 0.005 | 0.5 | 0.0000038 | 0.0026 |
| 15 | Albacaron | *Ocimum campechianum* | 2 | 1,242 | 455 | 0.025 | 0.0040 | 0.0000040 | 0.002 | 0.5 | 0.0000020 | 0.0009 |
| 16 | Tapa cola | *Waltheria indica* | 5 | 3,104 | 1,136 | 0.050 | 0.0218 | 0.0000218 | 0.025 | 0.5 | 0.0000109 | 0.0124 |
| | | | **248** | **153,963** | **56,364** | | **0.1107** | **0.00011** | **0.130** | | **0.00006** | **0.065** |

De acuerdo a los datos del inventario forestal y considerando a los ejemplares herbáceos, se tiene un contenido de carbono de 0.065 t C/ha de biomasa aérea.

### *Biomasa subterránea*

Se utilizó una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:
Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años
Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 56 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.

| | |
|---|---|
| Tipo de veg. En CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces arbóreas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

| | | |
|---|---|---|
| Biomasa aérea: | 0.130 | t M.S./ha |
| Biomasa de las raíces: | 0.057 | t M.S./ha |
| CF: Fracción de carbono (t C / t M.S.) | 0.5 | t M.S./ha |
| Carbono en la biomasa subterránea de raíces: | **0.029** | t C / ha |

*Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC.

### *Subtotal de C en CUSTF*

*Tabla 87 Biomasa y Carbono de los ejemplares de herbáceas.*

| Biomasa y C de las especies de herbáceas | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Biomasa** | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| Biomasa aérea: | 0.065 | 2.7316 | 0.177 |
| Biomasa subterránea: | 0.029 | | 0.078 |
| Total | **0.094** | | **0.255** |

Para el área de CUSTF la biomasa de los ejemplares de herbáceas se tiene alrededor de 0.255 tC.

- Resumen de contenido de carbono en la biomasa del área de CUSTF

*Tabla 88 Contenido de carbono en la biomasa del área de CUSTF.*

| Contenido de C en la biomasa del área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|
| **Estrato** | **Biomasa sobre el suelo (t C)** | **Biomasa subterránea (t C)** | **Total (t C)** |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 7.753 | 2.197 | **9.950** |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 22.701 | 5.678 | **28.379** |
| Arbustivo | 13.441 | 3.573 | **17.014** |
| Cactáceas | 0.014 | 0.008 | **0.022** |
| Herbáceo | 0.177 | 0.078 | **0.255** |
| | **44.087** | **11.535** | **55.622** |

De acuerdo a todos los cálculos anteriores, se tiene en el área de CUSTF, bajo las condiciones actuales de la vegetación, un estimado de 55.622 tC, esto considerando la biomasa sobre el suelo y la biomasa de la raíz o subterránea; de los cuales el que más aporta al contenido de carbono de la biomasa del predio en cuestión, es el estrato arbóreo maderable (con DAP mayor o igual a 7.5 cm), con 28.379 tC; por su parte el que menos captura de carbono tiene, es el estrato cactáceas.

El valor de **55.622 tC** es la cantidad de carbono que se vería comprometida por la realización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es decir que **es lo que se busca mitigar con las diferentes medidas de mitigación y compensación ambiental**; tales como el rescate y reubicación de flora, la reforestación con especies nativas, el picado y dispersión de las ramillas resultantes del CUSTF, etc.

El escenario de cómo se pretende la mitigación de la perdida de carbono por la ejecución del CUSTF se muestra en el apartado correspondiente.

- Contenido de carbono en el área de CUSTF respecto a la vegetación de la región ecológica (microcuenca).

La dinámica del carbono en los ecosistemas forestales es muy compleja, por lo que, para hacer una estimación de los cambios en el almacenamiento de carbono, es necesario analizar la cantidad de carbono en los distintos componentes que integran los ecosistemas y las transferencias de carbono entre ellos en el tiempo y el espacio. Esto implica analizar conjuntamente la dinámica del carbono en: vegetación (aérea y subterránea), suelo (incluyendo materia en descomposición) y productos forestales. Para obtener la dinámica temporal de la captura de carbono es necesario utilizar modelos de simulación.

Para conocer el potencial de captura de carbono en la microcuenca se tomará como referencia el estudio de Masera (2001), en el que se definieron índices de captura por tipo de vegetación, siendo los siguientes:

*Tabla 89 Índices de captura por tipo de vegetación y potencial de captura de carbono.*

| Tipo de Vegetación | T/C/ha |
|---|---|
| Bosque templado | 80 |
| Bosque Mesófilo | 220 |
| Selva húmeda | 160 |
| Matorral | 45 |

Fuente: Masera R., O. 2001. Carbon sequestration dynamics in forestry projects.

De acuerdo a la clasificación de la vegetación de la serie VII del INEGI, el uso de suelo y vegetación en la Microcuenca y con su equivalente tipo de vegetación de la tabla anterior, se le determinó el índice de captura correspondiente, solo a los terrenos forestales:

*Tabla 90 Uso del suelo y vegetación en la Microcuenca.*

| Uso de suelo y vegetación | Superficie (ha) | T/C/ha | Potencial de captura T/C |
|---|---|---|---|
| Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia | 1,105.25 | 45 | 49,736.25 |
| Selva Baja Caducifolia | 1,009.09 | 45 | 45,409.05 |
| Bosque de Encino-Pino | 58.20 | 80 | 4,656.00 |
| Bosque de Encino | 0.15 | 80 | 12.00 |
| TOTAL | **2,172.69** | | **99,813.30** |

Fuente: Adaptado de la información de superficie por tipo de vegetación e índice de captura de carbono.
*Se consideró a la vegetación de selva baja caducifolia y matorral crasicaule de la microcuenca, como Tipo *Matorral*, por ser este tipo de ecosistema lo más parecido a lo que se maneja en la tabla de referencia de Masera 2001.

El total de potencial de captura de carbono estimado por los terrenos forestales en la **Microcuenca** es de **99,813.30 Toneladas de Carbono (T/C)**. Estos índices se consideraron con información promedio de un tipo de vegetación primaria y secundaria, por lo que en realidad la cantidad podría ser menor.

Para el cálculo de las áreas de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, se consideró un tipo de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, obteniendo el siguiente potencial de captura:

*Tabla 91. Potencial de captura de carbono en el área de CUSTF.*

| Uso de suelo y vegetación | Potencial de captura T/C |
|---|---|
| Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia | **55.622** |

Fuente: Propia con cálculos realizados anteriormente.

El potencial de captura de la zona del proyecto representa el **0.058%** de la captura de carbono potencial del mismo tipo de vegetación en la **Microcuenca**; además, por las características del proyecto y sus dimensiones, la captura de carbono de la

microcuenca se considera un servicio de carácter global o mundial, por lo que, a pesar de la importancia específica de la vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), la presencia del proyecto no compromete o pone en riesgo este servicio.

Además, con las medidas de compensación ambiental, se revierte gradualmente en su totalidad la reducción de carbono capturado, al tener áreas reforestadas que en el mediano plazo proveerán la cobertura que se elimine con la ejecución del proyecto.

- Generación de Oxígeno

Para la cuantificación del oxígeno actual en el área de CUSTF es preciso en primer lugar, conocer los datos que se tienen en cuestión de contenido de carbono almacenado en la biomasa de la vegetación (sobre todo lo relativo a la biomasa aérea), en este sentido, ya en apartados anteriores se ha cuantificado el contenido de carbono, para lo cual se tiene las cantidades mostradas en la tabla que sigue:

*Tabla 92 Contenido de carbono almacenado en la vegetación presente en el área de CUSTF.*

| Estrato | Contenido de carbono almacenado (C)* |
|---|---|
| | ton C |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 7.753 |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 22.701 |
| Arbustivo | 13.441 |
| Cactáceas | 0.014 |
| Herbáceo | 0.177 |
| **Total** | **44.087** |

**en la biomasa aérea.*

Conforme a lo anterior, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea en los diferentes estratos encontrados en el área de CUSTF, se estima en **44.087 ton de carbono**, de los cuales el que más contribuye a dicho tonelaje es el estrato arbóreo maderable (DAP>=7.5cm).

Las plantas utilizan $CO_2$ y liberan $O_2$ durante el proceso fotosintético; asimismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras por periodos prolongados, por lo cual se les considera como reservas naturales de carbono (Schlesinger & Andrews, 2000). El tiempo desde que el carbono se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta hasta que es enviado al suelo o la atmósfera, se considera almacenado (Rodríguez *et al*., 2006). Por otro lado, la capacidad de los ecosistemas para almacenar carbono en forma de biomasa aérea, varía en función de la edad, diámetro, altura de los componentes arbóreos, la densidad de la población de cada estrato y de la comunidad vegetal (Alegre *et al*., 2000). Es entonces que para cuantificar el oxígeno que puede generar las plantas, es necesario conocer y tener en cuenta el proceso de la fotosíntesis.
La ecuación balanceada de la fotosíntesis es:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energía solar} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

La fórmula química $C_6H_{12}O_6$ representa la glucosa. La glucosa es un monosacárido, un tipo de carbohidrato que es una fuente importante de energía para los organismos vivos. Es comúnmente conocida como azúcar en la sangre y se encuentra en muchos alimentos, siendo uno de los principales productos de la fotosíntesis en las plantas. La glucosa desempeña un papel esencial en el metabolismo celular y es utilizada como fuente de energía en procesos biológicos.

Para estimar la cantidad de oxígeno producido a partir de la absorción de dióxido de carbono ($CO_2$) por una planta, podemos utilizar la proporción molar de la fotosíntesis, asumiendo un proceso teóricamente perfecto.

Pero primero se debe de transformar el contenido de carbono almacenado en la biomasa de la vegetación a carbono atmosférico ($CO_2$) puesto que la fórmula de la fotosíntesis requiere de conocer cuál es la cantidad de dióxido de carbono que absorbe las plantas.
Conversión de Carbono almacenado (C) a Dióxido de Carbono ($CO_2$)

El contenido de carbono almacenado (C) en las plantas no es lo mismo que el carbono atmosférico ($CO_2$). Las plantas capturan el dióxido de carbono ($CO_2$) de la atmósfera y mediante la fotosíntesis lo fijan en forma de carbono en tejidos como las hojas, ramas, tallos y raíces (biomasa aérea y subterránea).

Para convertir el carbono almacenado en árboles a su equivalente en dióxido de carbono ($CO_2$), se utiliza un factor de conversión basado en la proporción molar de carbono y oxígeno en el $CO_2$.

Según diferentes artículos: Una tonelada de carbono en la madera de un árbol o de un bosque, equivale a 3.5 toneladas aprox. de $C0_2$ atmosférico.

La relación molar de carbono a oxígeno en el dióxido de carbono ($CO_2$) es 12:32, ya que la masa atómica del carbono es aproximadamente 12 unidades de masa atómica y la masa atómica del oxígeno es aproximadamente 16 unidades de masa atómica (en una molécula de $CO_2$ hay dos átomos de oxígeno).




**Masas atómicas de Carbono C y Oxigeno O.**

Por lo tanto, para convertir el carbono almacenado en árboles o plantas a su equivalente en $CO_2$, se utiliza el factor de conversión:

$$\text{Factor de conversión: } \frac{44}{12} = 3.666$$

*Este factor de conversión 44/12 nos permite convertir la cantidad de carbono almacenado en árboles en su equivalente en dióxido de carbono ($CO_2$) utilizando la relación estequiometria entre la masa de carbono y la masa de $CO_2$ en la molécula de $CO_2$. En otras palabras, por cada 12 unidades de masa de carbono, se forman 44 unidades de masa de dióxido de carbono.*

Esto se debe a que la masa molar del $CO_2$ es 44 g/mol (12 g/mol para el carbono y 32 g/mol para el oxígeno).

*El término mol indica la cantidad de una sustancia que contiene el mismo número de partículas como átomos hay en 0.012 kg del núcleo de carbono 12C. Esto significa que: en la cantidad n=1 mol, hay 6.022 x $10^{23}$ partículas (Número de Avogadro).*
*La masa atómica del carbono (C) es 12 g/mol; para el oxígeno (O) es de 16 g/mol. Esto significa que 6.022 x $10^{23}$ átomos de carbono pesan 12 gramos. Según esto, el peso molecular del $CO_2$ es: 12 g/mol [C] + 2 x 16 g/mol [O2] = 44 g/mol.*

Entonces, si se tiene la cantidad de carbono almacenado en árboles, se puede multiplicar esa cantidad por el factor de conversión para obtener la cantidad equivalente en $CO_2$.

Por lo tanto, la conversión del carbono almacenado en la vegetación del predio de CUSTF a $CO_2$ queda como se señala en la tabla que sigue:

*Tabla 93 Equivalente en CO2 del Contenido de carbono almacenado en la vegetación presente en el área de CUSTF.*

| Estrato | Contenido de carbono almacenado (C)* | Factor de conversión | Equivalente en $CO_2$ |
|---|---|---|---|
| | ton C | =44/12 | ton $CO_2$ |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 7.753 | 3.67 | 28.428 |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 22.701 | 3.67 | 83.238 |
| Arbustivo | 13.441 | 3.67 | 49.283 |
| Cactáceas | 0.014 | 3.67 | 0.052 |
| Herbáceo | 0.177 | 3.67 | 0.650 |
| **Total** | **44.087** | | **161.652** |

**en la biomasa aérea.*

El contenido de carbono presente en la biomasa (aérea) de la vegetación en el área de CUSTF, representa un equivalente en carbono atmosférico de 107.3842 ton de $CO_2$. Dicha cantidad corresponde al dióxido de carbono que las plantas sustraen del ambiente y mediante la fotosíntesis la transforman en carbono almacenado en su biomasa aérea y subterránea (tallos, ramas, raíces).

Cuantificación de oxígeno generado por la vegetación en el área de CUSTF en las condiciones actuales.

Para estimar la cantidad de oxígeno producido a partir de la absorción de dióxido de carbono ($CO_2$) por las plantas, podemos utilizar la proporción molar de la fotosíntesis, asumiendo un proceso teóricamente perfecto.

La ecuación balanceada de la fotosíntesis es:

$$\mathbf{6CO_2 + 6H_2O + energía\ solar \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2}$$

Esto indica que por cada 6 moléculas de $CO_2$ absorbidas, se producen 6 moléculas de oxígeno. Sin embargo, el peso molecular del $CO_2$ es aproximadamente 44 g/mol, mientras que el peso molecular del $O_2$ es aproximadamente 32 g/mol.

Por lo tanto, podemos calcular la cantidad de oxígeno producido usando la relación de masas molares:

$$\text{Masa de } O_2 = \left(\frac{\text{Masa de } CO_2}{44\text{g/mol}}\right) \text{x } 32\text{g/mol}$$

En este ejemplo, si tenemos 107.3842 toneladas de $CO_2$:

$$\text{Masa de } O_2 = \left(\frac{107.3842 \text{ ton } CO_2}{44\text{g/mol}}\right) \text{x } 32\text{g/mol} = \mathbf{117.565 \text{ ton de } O_2}$$

Calculando esto se obtiene la cantidad de oxígeno producido. Tomando en cuenta que este es un cálculo teórico y no tiene en cuenta pérdidas y otros factores.

En este sentido la cantidad de oxígeno producido bajo las condiciones actuales de la vegetación en el área de CUSTF es de alrededor de **117.565 ton de $O_2$.**

Esta es la cantidad que se busca mitigar con las medidas de mitigación que se mencionan más adelante.

*Tabla 94 Cuantificación de oxígeno generado por la vegetación presente en el área de CUSTF*

| Estrato | Contenido de carbono almacenado (C)* | Factor de conversión | Equivalente en $CO_2$ | | Contenido de $O_2$ generado por el $CO_2$ absorbido por las plantas (mediante proceso de fotosíntesis) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ton C | =44/12 | ton $CO_2$ | | gramos de $O_2$ | ton de $O_2$ |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 7.753 | 3.67 | 28.428 | Fotosíntesis | 20,674,897.680 | 20.675 |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 22.701 | 3.67 | 83.238 | | 60,536,937.833 | 60.537 |
| Arbustivo | 13.441 | 3.67 | 49.283 | | 35,842,525.222 | 35.843 |
| Cactáceas | 0.014 | 3.67 | 0.052 | | 37,597.546 | 0.038 |
| Herbáceo | 0.177 | 3.67 | 0.650 | | 473,057.660 | 0.473 |
| **Total** | **44.087** | | **161.652** | | **117,565,015.941** | **117.565** |

**en la biomasa aérea.*

***a) Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales***

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de la misma, ya que depende en forma directa de la riqueza de especies y de la complejidad de sus interacciones, al disminuir estos factores, disminuye la capacidad de resistencia del ecosistema. Un sistema

con mayor diversidad y número de funciones ecológicas, será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

El grado de afectación del amortiguamiento de los impactos naturales se considera muy bajo, debido a que la superficie forestal solicitada de **2.7316 has** se ubica de manera puntual y se ubican en una zona que no tiene presencia de eventos meteorológicos extraordinarios, la falta de la cubierta vegetal en el área del proyecto no pone en riesgo la integridad de la zona ante la presencia de un huracán, ciclón o inundaciones.

***b) Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global***

La captura de $CO_2$ a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de $CO_2$ que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera que se elimine como resultado del cambio de uso del suelo.

El grado de afectación a la modulación o regulación climática se califica como muy bajo debido por un lado a que el área del proyecto **representa el 0.056%** de la captura de carbono potencial de la microcuenca y por la otra con las actividades de restauración y reforestación, se prevé un incremento en la captura de $CO_2$ necesaria para considerar que con el proyecto no se pone en riesgo este servicio.

***c) Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas (paisaje y recreación)***

Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema.

Al respecto, en la cuenca donde se encuentra la zona en estudio, por sus características es muy probable la oportunidad para realizar actividades de ecoturismo. En el caso específico de la superficie de **2.7316 hectáreas** en la que se pretende realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, al ser una superficie relativamente pequeña y derivado de que en sus alrededores más cercanos no se tienen registradas áreas que estén siendo aprovechadas para ecoturismo, se descarta que puedan ser impactadas en algún momento con la implementación del proyecto.

Se considera que la afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente y en su calidad visual, en virtud de que cuando se lleve a cabo la **"Urbanización del predio Mirador Campestre en la Cabecera Municipal de Jalpan de Serra, Querétaro"**, se modificará el paisaje actual; y esto conllevará a que se vea un panorama relativamente distinto y observado por los habitantes que viven cerca del área del proyecto. La principal modificación se concretará cuando se lleve a cabo la eliminación de la vegetación, sin embargo, se implementarán medidas tendientes a mitigar y compensar el impacto al paisaje, tales como la incorporación de nuevas áreas verdes en el nuevo uso propuesto y en el ecosistema a afectar, donde se propone la reubicación de flora y la de reforestación.

### I.9.5. PREPARACIÓN DEL SITIO

*Se le conoce como preparación del sitio a las actividades que acondicionan el terreno para el desarrollo de la etapa constructiva de un proyecto.*

Debido a que se trata de un predio con cubierta forestal de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; se realizarán las actividades de desmonte y despalme, atendiendo lo siguiente:

Realizar mediciones topográficas precisas, con un equipo adecuado y de buena calidad, los elementos esenciales son:

- Estación total: es un instrumento que permite medir ángulos y distancias de forma precisa. Con ella se pueden realizar mediciones en tres dimensiones y obtener coordenadas exactas de los puntos medidos.
- Nivel: es un instrumento que sirve para determinar la inclinación y desnivel de un terreno. Es fundamental para nivelar la estación total y obtener mediciones precisas.
- Prisma: es un accesorio que se coloca sobre el punto a medir y refleja la señal del instrumento hacia la estación total. Permite obtener mediciones precisas en puntos que no son directamente visibles.
- Cinta métrica: es una herramienta básica para medir distancias. Es importante que sea de buena calidad y esté homologada para obtener mediciones precisas.

Además de estos elementos, es importante contar con un trípode para sostener la estación total, baterías y cargadores para el equipo, así como un software de procesamiento de datos.

Una brigada de dos a tres personas, conforme a los planos del levantamiento catastral del predio, rectificará y delimitará el polígono del proyecto y las áreas donde se ejecutará el cambio de uso de suelo (desmonte); en ella se contempla la superficie de lotes, vialidades y áreas verdes; restringiendo las actividades de

desmonte y el tránsito de personal fuera de las áreas previstas, en la superficie de áreas verdes se llevará a cabo la remoción parcial de vegetación para acondicionarlas, evitando daños al arbolado.

Se señalarán tantos vértices y puntos intermedios como sean necesarios para delimitar correctamente la superficie, mediante estacas clavadas en el suelo, empleando pintura en las puntas y líneas de cal hidra para que sean visibles. Las coordenadas se presentaron en el apartado dimensiones del proyecto.

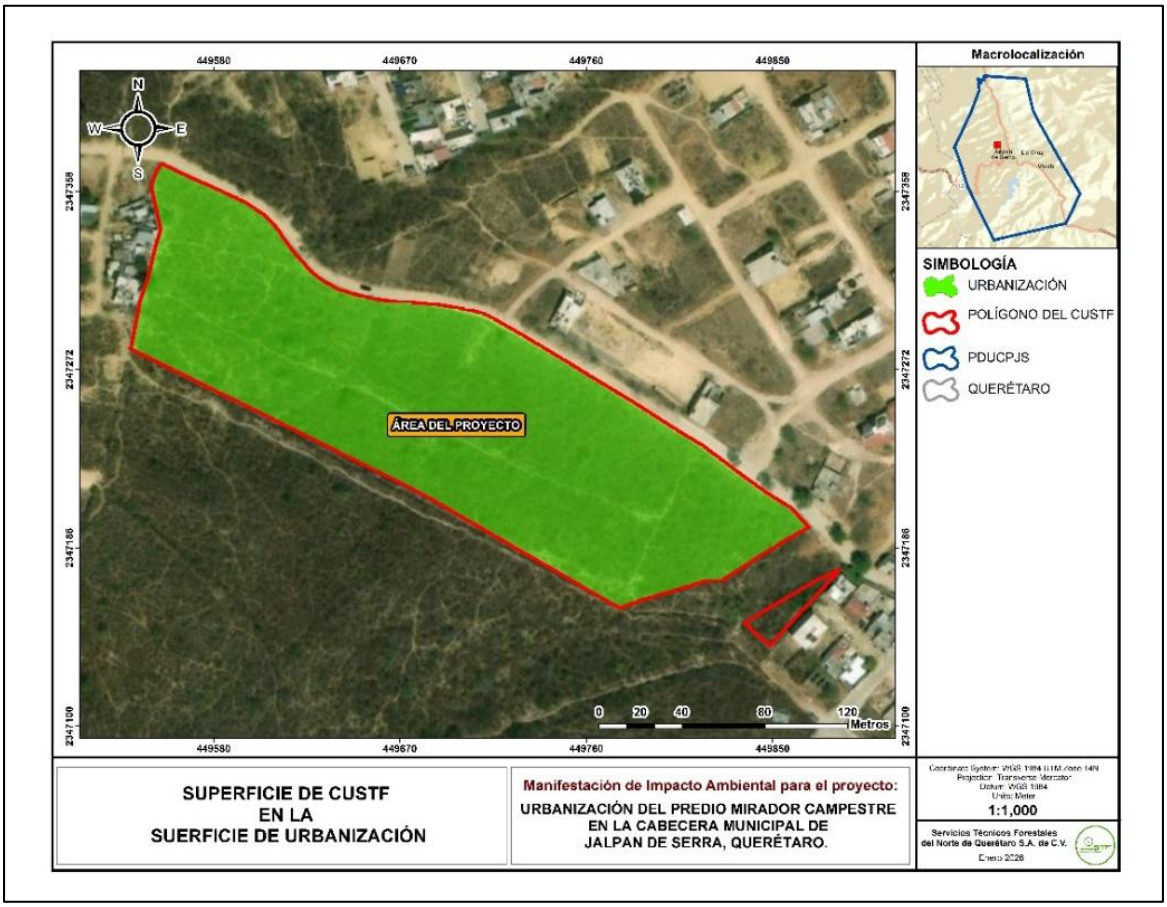



Ilustración 57 Superficie de preparación del sitio

Ahuyentamiento de fauna silvestre

En el inventario forestal además de evaluar el componente vegetal también se identifican especies de fauna silvestre que por sus características e importancia es necesario ahuyentar y/o en su caso proceder a rescatar y reubicarlas antes y durante las actividades de desmonte; considerando que por la cobertura que presenta el predio puedan encontrarse transitando o habitando en el sitio. Conforme a las técnicas descritas en el **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** (anexo), el propósito es contribuir a la conservación

de sus poblaciones, con énfasis en las especies de lento desplazamiento y las que pudieran presentarse listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Previo a la introducción de personal para ejecutar el desmonte, una cuadrilla de dos a tres personas (con vestuario y equipo de protección contra mordeduras de reptiles) llevará a cabo recorridos en el área, avanzando desde la orilla de la superficie de cambio de uso de suelo (dando preferencia a que el margen hacia donde se dirija la marcha corresponda un área con cubertura que les sirva de ruta de migración) ubicada al suroeste del predio.



Ilustración 58 Dirección de la marcha para el ahuyentamiento de fauna silvestre

A paso lento se irá avanzando y moviendo la vegetación para ahuyentar a la fauna; se portarán pinzas, bolsas herpetológicas, guantes y caretas de protección personal para realizar, en caso necesario, el rescate y reubicación de anfibios y reptiles de lento desplazamiento que se encuentren. Es de esperarse que, al escuchar la presencia humana, las especies faunísticas se alejen por sí mismas hacia otras áreas fuera del sitio.

Esta actividad se llevará a cabo bajo supervisión de personal profesional y con experiencia en el manejo de fauna silvestre; con la intención de ahuyentarla, detectar nidos, madrigueras y/o refugios que se hallan establecido posterior al inventario, (durante el inventario forestal también se llevó a cabo la búsqueda de estas áreas de refugio y anidación en la superficie a afectar). Su rescate, de ser necesario, implica la captura con técnicas acorde al espécimen y su liberación inmediata, esto último en áreas alejadas a la superficie del proyecto para evitar su retorno y afectación.

Esta actividad continuará realizándose diariamente hasta concluir la remoción de vegetación. Durante esta etapa del proyecto se deberá contar con una supervisión ambiental constante y concientización previa al personal, con el fin de evitar afectaciones a los ejemplares de fauna silvestre que se detecten durante la preparación del sitio y construcción.

En el **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna** (anexo), se presentan las especies con potencial distribución y la metodología propuesta para llevar a cabo el ahuyentamiento y manejo en la superficie de desmonte (CUSTF) y en caso de avistarse durante la construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento es poco probable su presencia debido a las actividades antropogénicas.

Rescate y reubicación de flora

Antes de iniciar y/o conforme al avance diario, durante las labores de desmonte, se irán rescatando los ejemplares de flora de las especies propuestas para su trasplante de acuerdo al programa de manejo de vegetación anexo.

El **programa de manejo de vegetación** tiene como propósito brindar información para identificar en campo las especies para su rescate. Se procederá a la búsqueda minuciosa de los ejemplares en la superficie de construcción, a fin de localizarlas y efectuar su trasplante fuera del área de construcción, evitando que puedan ser cortados, quebrados, aplastados, o arrancados por el arrastre de productos y residuos vegetales durante la limpia del predio.

La cantidad de ejemplares a remover y rescatar durante el desmonte se señala en el programa de manejo de vegetación, donde también se indica a que estrato pertenecen y si se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, para que se atiendan las medidas pertinentes.

*Tabla 95 Especies propuestas para rescatar y reubicar.*

| No | Nombre común | Nombre científico | Existencias en CUSTF | % de rescate | Individuos a reubicar | NOM-059-SEMARNAT-2010 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Distribución | Categoría |
| **ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO JUVENIL** | | | | | | | |
| 1 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 851 | 20% | 170 | | |
| 2 | Tepame | *Acacia pennatula* | 621 | 20% | 124 | | |
| 3 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 118 | 40% | 47 | | |
| **ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO** | | | | | | | |
| 4 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 4979 | 10% | 498 | | |
| 5 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 4023 | 10% | 402 | | |
| 6 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 1794 | 10% | 179 | | |
| 7 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 1751 | 10% | 175 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 1198 | 10% | 120 | | |
| 9 | Damiana | *Turnera diffusa* | 720 | 20% | 144 | | |
| **ESPECIES DEL ESTRATO CACTÁCEAS** | | | | | | | |
| 10 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 37 | 100% | 37 | | |
| 11 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 12 | 100% | 12 | | |
| **Total** | | | | | **1,908** | | |

Pr: Sujeta a Protección Especial; A: Amenazada; P: En Peligro de Extinción

El rescate se realizará eliminando cuidadosamente los ejemplares que se desarrollan alrededor de los individuos a rescatar, a fin de poder realizar su preparación, manipularlos y extraerlos. Cuidadosamente se extraerán con o sin cepellón dependiendo de la tolerancia de la especie, para reubicarlos en las áreas propuestas. Desde el primer día de desmonte se puede comenzar con las labores de rescate y reubicación. El método se detalla en el **programa de manejo de vegetación**, anexo.

Los ejemplares rescatados pasarán por un proceso de dictaminación (estado y condición sanitaria), por parte del supervisor ambiental (especialista forestal); a fin de detectar aquellas que requieran pasar un tiempo en el sitio de acopio temporal (para cicatrizar o recibir las atenciones que requiera) o si pueden ser reubicadas inmediatamente en el sitio propuesto. El rescate de flora puede ser de individuos completos o de partes vegetativas (en el caso de cactáceas) tolerantes a la propagación, como se señala en el programa respectivo.

### *I.9.5.1. Desmonte (CUSTF)*

Propiamente, el desmonte, consiste en remover y retirar la vegetación existente en la superficie a ocupar con las obras, con el objeto de eliminar todo aquel material vegetal orgánico sobre la superficie de trabajo. El desmonte se llevará a cabo posterior a haber realizado el ahuyentamiento de fauna y haber retirado los ejemplares vegetales que se hayan considerado rescatar.

El derribo de árboles y arbustos se llevará a cabo manualmente y con el empleo de motosierra, dependiendo de las dimensiones del arbolado, siempre considerando la seguridad del trabajador y la protección de la vegetación a conservar. El trabajo se hará siempre de manera controlada para que todo el producto de desmonte caiga completamente dentro del polígono autorizado, evitando así la afectación a zonas no autorizadas.

De acuerdo al periodo estimado para la venta de los lotes y la construcción progresiva de viviendas, **se considera dejar algunos ejemplares arbóreos en pie, en los lotes**, para proteger el suelo hasta la ocupación con la construcción de viviendas; se establecerá que los dueños de los lotes deban integrar en sus áreas

verdes los ejemplares arbóreos que se describen en la siguiente tabla, formando parte del Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS), que exige el Reglamento de construcción municipal.

*Tabla 96 Arbolado en pie integrados al CAS en los lotes del fraccionamiento*

| Árbol | X | Y | Nombre | Especie | D1, D2, D3 | H |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 449545 | 2347302 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 38 | 6 |
| **2** | 449549 | 2347316 | Capulín | *Bumelia laetevirens* | 48 | 10 |
| **3** | 449553 | 2347333 | Chaca | *Bursera simaruba* | 8 | 5 |
| **4** | 449556 | 2347348 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 27 | 6 |
| **5** | 449557 | 2347364 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 13 | 6.5 |
| **6** | 449575 | 2347359 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 8 | 5 |
| **7** | 449580 | 2347354 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 10 | 5 |
| **8** | 449576 | 2347348 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 10 | 5 |
| **9** | 449573 | 2347347 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 9 | 6 |
| **10** | 449620 | 2347316 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 10 | 7.5 |
| **11** | 449623 | 2347310 | Chaca | *Bursera simaruba* | 10 | 6 |
| **12** | 449616 | 2347303 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 26 | 8 |
| **13** | 449614 | 2347310 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 10 | 5 |
| **14** | 449634 | 2347298 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 24 | 9 |
| **15** | 449633 | 2347290 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 17 | 7 |
| **16** | 449621 | 2347286 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 26 | 9 |
| **17** | 449619 | 2347287 | Chaca | *Bursera simaruba* | 14 | 5 |
| **18** | 449565 | 2347287 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 8 | 5 |
| **19** | 449608 | 2347272 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 10 | 4.5 |
| **20** | 449615 | 2347271 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 26 | 8 |
| **21** | 449640 | 2347308 | Chaca | *Bursera simaruba* | 9 | 5 |
| **22** | 449658 | 2347304 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 12 | 6 |
| **23** | 449697 | 2347238 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 25 | 9 |
| **24** | 449712 | 2347228 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 20 | 8 |
| **25** | 449716 | 2347225 | Tepame | *Acacia pennatula* | 10 | 6 |
| **26** | 449747 | 2347198 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 9 | 5 |
| **27** | 449792 | 2347171 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 20 | 8 |
| **28** | 449792 | 2347204 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 9 | 5 |
| **29** | 449802 | 2347203 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 10 | 7 |
| **30** | 449798 | 2347213 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 8 | 5 |
| **31** | 449800 | 2347222 | Chaca | *Bursera simaruba* | 9 | 6 |
| **32** | 449814 | 2347216 | Chaca | *Bursera simaruba* | 9 | 5 |
| **33** | 449858 | 2347201 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 8 | 7 |
| **34** | 449845 | 2347207 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 10 | 5 |
| **35** | 449825 | 2347221 | Tepame | *Acacia pennatula* | 12 | 4 |
| **36** | 449818 | 2347223 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 8 | 6 |
| **37** | 449817 | 2347231 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 10 | 5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **38** | 449803 | 2347232 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 12 | 6 |
| **39** | 449791 | 2347223 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 12 | 6 |
| **40** | 449797 | 2347239 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 12 | 5 |
| **41** | 449777 | 2347253 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 10 | 7 |
| **42** | 449773 | 2347253 | Tepame | *Acacia pennatula* | 9 | 5 |
| **43** | 449764 | 2347266 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 10 | 6 |
| **44** | 449748 | 2347246 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 16 | 8 |
| **45** | 449747 | 2347257 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 10 | 6 |
| **46** | 449726 | 2347271 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 8 | 5 |
| **47** | 449711 | 2347283 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 15 | 6 |
| **48** | 449719 | 2347290 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 30 | 9 |

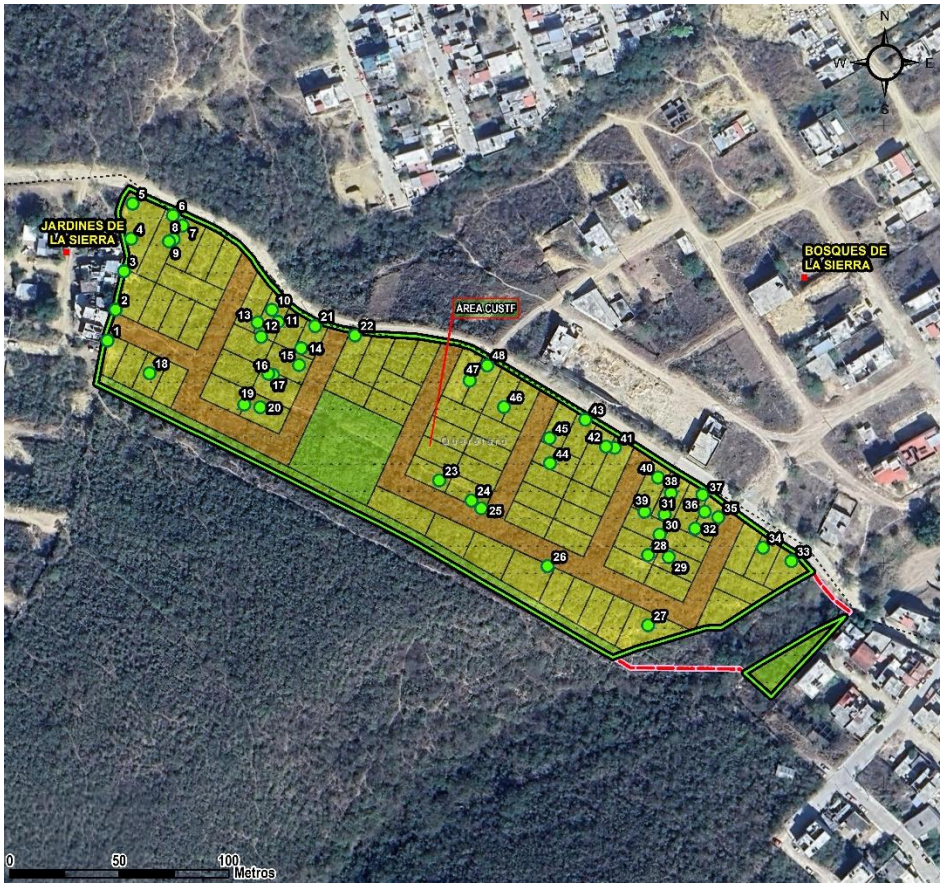


Ilustración 59 Localización de arbolado a dejar en pie

Las especies arbustivas y herbáceas serán eliminadas en su totalidad las áreas a urbanizar, considerando haber rescatado previamente la cantidad propuesta. Posteriormente los adquirientes de cada lote serán responsables de la limpieza de sus lotes. Las superficies a ocupar con las vialidades serán desmontadas y despalmadas para la posterior excavación e instalación de infraestructura de servicios urbanos básicos (agua y drenaje) y finalmente la pavimentación.

**Proceso de desmonte**

**Derribo.** - La remoción de los ejemplares arbóreos será mediante la técnica conocida como derribo ecológico o direccional. Consiste en utilizar líneas de tiro apoyado en un ancla de descenso, a fin de ejercer el jalón ya direccionado con la orientación de la muesca realizada cerca de la base del tronco. El derribo se ejecutará con apoyo de herramientas tales como motosierras, equipo de seguridad especializado, cascos, careta facial, orejeras, pantalón y chamarra anti corte; la dirección de caída será hacia el interior del área a afectar, con la finalidad de evitar posibles daños a la vegetación que se encuentre limítrofe al perímetro considerado. Una vez realizado el derribo del arbolado, se procederá a desramar y trocear.

**Desrame y troceo**. - consiste en la eliminación de las ramas del tronco del árbol para facilitar su acarreo, carga y traslado fuera del sitio de caída, se lleva a cabo con empleo de motosierra o con machetes según el grosor de las ramas a eliminar. El troceo se realiza con la finalidad de dimensionar el tronco del árbol en fracciones de menor longitud y peso, para poder manipularlas y extraerlas del sitio de caída.

**Remoción de material vegetal arbustivo**. - Esta actividad se podrá realizar, simultáneamente o posterior al rescate de ejemplares; y previo al derribo de arbolado, para mantener despejada la superficie de caída, facilitando las operaciones de derrame y troceo. La remoción del estrato arbustivo se llevará a cabo manualmente con machetes.

**Retiro del material vegetal resultante**. - Debido a que los productos forestales de las especies arbóreas serán de cortas dimensiones dependiendo del diámetro pueden elaborarse postes para utilizarlos en el cercado; parte del volumen de ramas serán extraídas, trasladándolas en los sitos de tiro, parte del material puede ser picado y disperso en el área de reforestación y reubicación.

**Picado y acomodo del material vegetal. -** Los residuos del estrato arbóreo mayormente se componen de puntas y ramillas delgadas que no tienen uso, por lo que se contempla fraccionarlos utilizando machetes, junto con las especies arbustivas. Por ningún motivo se quemarán los residuos, ni se emplearán herbicidas o productos químicos para el control de desperdicios en la superficie del proyecto. Parte de los residuos se picarán y dispersarán para su incorporación al suelo, donde no exista cobertura forestal o sea escasa, en las áreas de reforestación y reubicación, a fin de fomentar su desarrollo por la dispersión de semillas que contengan. El objetivo de la actividad es, por una parte, incorporar los residuos del desmonte como materia orgánica al suelo, para su posterior descomposición, y por la otra brindarle una protección al suelo, evitando los efectos erosivos de la lluvia y contribuyendo de esta manera a su conservación.

### *I.9.5.2. Trazo y Despalme*

En la superficie desmontada se llevará a cabo el trazo con estación total, marcando con estacas y líneas de calibra, los límites de las vialidades, para su apertura conforme las especificaciones del proyecto. Los lotes se delimitarán marcando cada uno de sus vértices colocando algún tipo de señalamiento para que sean reconocibles en el suelo.

El **mantillo** capa de suelo orgánico (top-soil), aprox. 3 a 5 cm de espesor será apilado de forma manual con rastrillos y palas empleándolo para mejorar el suelo de las áreas verdes del proyecto.

El **despalme** de la primera capa de suelo orgánico (aprox. 30 cm según la mecánica de suelos); se llevará a cabo con maquinaria, en las vialidades, sin afectar superficies fuera de los límites establecidos; será retirado evitando mezclarlo con el material de corte, cargadolo y acarreadolo al banco de tiro.

*Tabla 97 Volumen de despalme en la superficie de las vialidades*

| **Despalme** | **6,217.33** | **m2** |
|---|---|---|
| Espesor | 0.30 | m |
| Volumen de despalme | 1865.20 | m3 |
| Peso específico del suelo orgánico | 0.33 | tn m3 |
| volumen en peso del residuo | 615.52 | tn |

Aunque el predio ya para esta etapa no presentará vegetación que pueda albergar organismos de fauna silvestre, se prevé realizar recorridos previos al ingreso de maquinaria, sobre todo para organismos menores de lento desplazamiento como anfibios y reptiles. Además, el despalme se realizará de forma ordenada y comenzando de un extremo a otro permitiendo rutas de escape para la fauna.

## I.9.6. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

### *I.9.6.1. Bodega y patio de reposo de maquinaria.*

Un campamento de obra es un espacio temporal de alojamiento y servicios diseñado para albergar a los trabajadores que participan en proyectos de construcción en áreas remotas o de difícil acceso. Estos campamentos proporcionan alojamiento, comidas y facilidades para mantener a los trabajadores cómodos y seguros durante la duración del proyecto. En el proyecto **no se llevará a cabo la instalación de campamentos**; el personal que labore en cualquier etapa del proyecto, será local, pudiendo trasladarse diariamente al inicio y final de la jornada.

**Patio de reposo de maquinaria:** Se emplearán dos lotes del fraccionamiento, habilitándolos para el resguardo de forma segura de maquinaria, equipos, herramientas y algunos materiales. La cantidad de maquinaria a emplear será mínima. Se preparará la superficie mediante el despalme, colocación y compactación de arcilla. La maquinaria será revisada periódicamente para la detección de cualquier tipo de derrame llevando a cabo la reparación inmediata para evitar el goteo al suelo.

**Bodega:** En un extremo del patio se construirá una pequeña bodega elaborada con materiales sencillos (lámina y madera) para su posterior desmantelamiento; se plantea en la entrada al predio para llevar a cabo el control de acceso de vehículos y personal autorizado; así también en este espacio se colocará los sanitarios para los trabajadores y contenedores de residuos.

Las casas materialistas se encuentran en el área urbana, próximas a la zona del proyecto por lo que los materiales de construcción podrán surtirse paulatinamente, evitando su acumulación excesiva en el área del proyecto. Durante la construcción de viviendas de igual manera los materiales se surtirán en pequeñas cantidades depositándolos en la superficie de los lotes, una vez que se avance en la construcción de la vivienda se emplean los espacios de la misma vivienda para resguardar el resto de materiales.

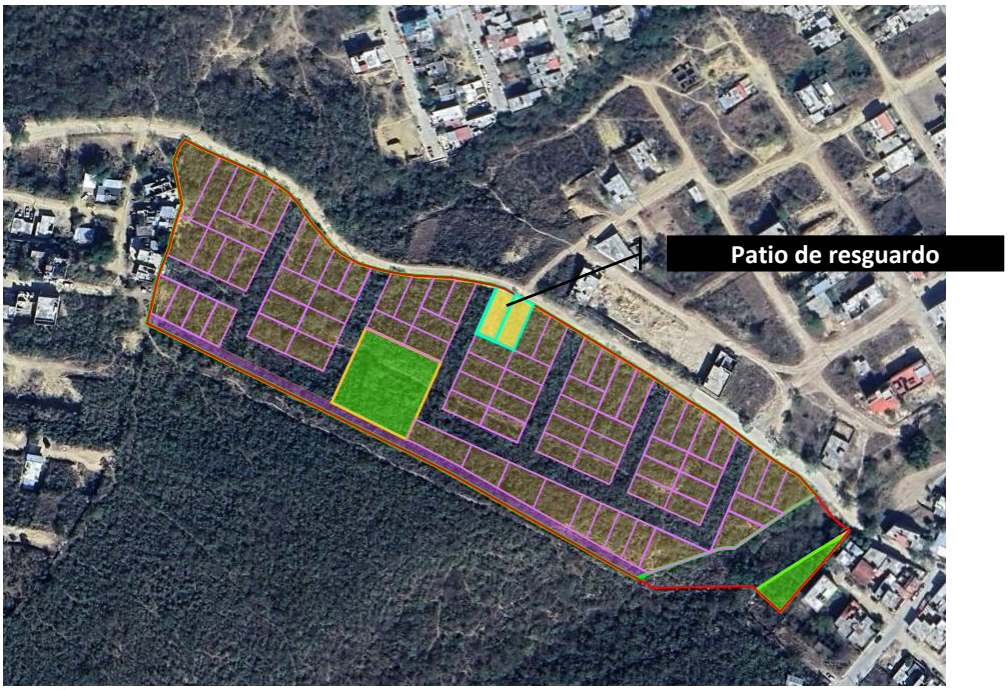


Ilustración 60 Lotes propuestos para el resguardo de maquinaria, materiales y equipos

*Tabla 98 Coordenadas UTM WGS84 14N del sitio de resguardo de materiales, bodega y ubicación del sanitario*

| Patio | | |
|---|---|---|
| Perímetro | 89.42 m; Área | 499.96 m² |
| Vértice | X | Y |
| 1 | 449708.358 | 2347299.53 |
| 2 | 449697.88 | 2347276.74 |
| 3 | 449706.965 | 2347272.57 |
| 4 | 449716.051 | 2347268.39 |
| 5 | 449726.179 | 2347290.42 |
| 6 | 449717.43 | 2347295.33 |
| 7 | 449711.798 | 2347298.56 |

### *I.9.6.2. Sanitarios*

Desde la preparación del terreno y en las subsecuentes actividades, se proveerá el servicio sanitario al personal. Debido al tipo de obras a realizar se estima emplear una cantidad no mayor a 20 trabajadores, toda vez que en el desarrollo de las actividades mayormente se emplea maquinaria y poco personal; se propone la **colocación de una cabina sanitaria** equipada **con biodigestor** de 600lts de capacidad.

A fin de mantenerlo en un punto estratégico para el personal y no afectar las operaciones se colocará en el patio de reposo de maquinaria en donde se controla el acceso al predio y el resguardo de los materiales, manteniendo en el sitio dos tambores plásticos de 200 lts para el abasto de agua a emplear en el sanitario, surtiéndola periódicamente.

| Capacidad (L) | 600 | 1300 |
|---|---|---|
| Altura Máxima (m) | 1,6 | 1,9 |
| Diámtero Máximo (m) | 0,86 | 1,15 |
| No. de Usuarios Zona Rural (Aportación diaria 130 L / usuario) | 5 | 10 |
| No. de Usuarios Zona Urbana (Aportación diaria 260 L / usuario) | 2 | 5 |
| No. de Usuarios Oficina (Aportación diaria 30 L / usuario) | 20 | 43 |

El cálculo para determinar el número de personas a proporcionar el servicio, es en función del tipo de usuario y su estimado de aportación diaria.

El Biodigestor Autolimpiable propuesto realiza un tratamiento de agua primaria beneficiando el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de los mantos freáticos. Cumple con la Norma NOM-006-CONAGUA-1997 “Fosas sépticas prefabricadas y especificaciones y métodos de prueba”; considerando de acuerdo con la norma de fabricación, sus aguas pueden ser irrigadas al suelo.

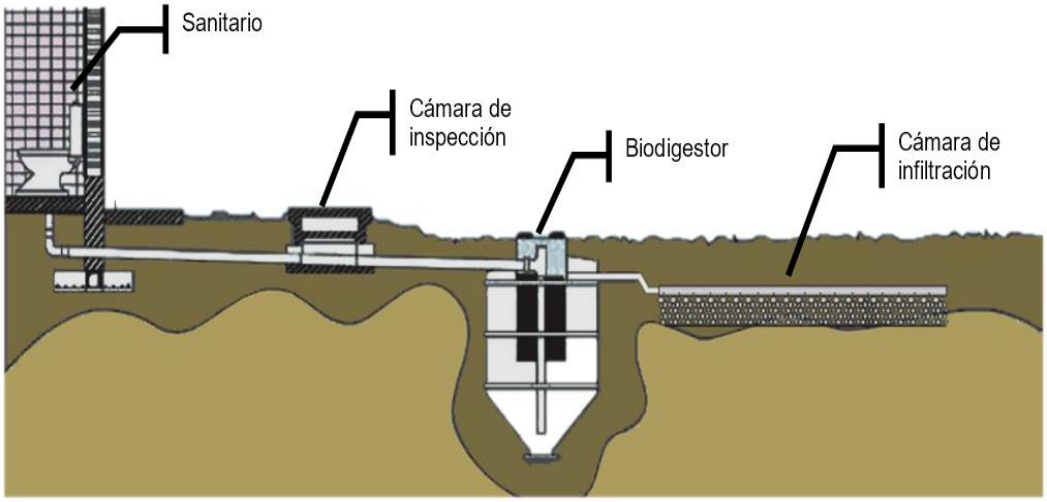



Ilustración 61 Instalación del sanitario con biodigestor

En la siguiente imagen se sugiere la ubicación del sanitario con biodigestor.




Coordenadas
UTM WGS 84 14N

X: 449710 mE
Y2347283mN

Ilustración 62 Sitio sugerido de ubicación de la cabina sanitaria con biodigestor, en el patio.

La construcción progresiva de viviendas será realizada de manera independiente por cada propietario, debiendo proveerles el sanitario móvil a sus trabajadores. Las actividades relativas a la construcción de viviendas son reguladas por el municipio; el promovente apoyará con la vigilancia a fin de hacer cumplir las disposiciones municipales para la construcción de viviendas y el manejo de los residuos; en su caso, realizar las denuncias correspondientes.

### *I.9.6.3. Abasto de combustibles*

El abasto de combustible (diésel) se llevará a cabo en el patio de reposo de maquinaria o en el sitio de trabajo, directamente a los tanques de la maquinaria, siendo acarreados en recipientes especiales con despachador y sobre vehículo habilitado para este fin. **No se contempla el almacenamiento de combustibles en el sitio de trabajo**. Los camiones de volteo serán abastecidos en las estaciones de servicio establecidas. Se atenderá el programa de manejo de combustibles y atención a derrames para evitar impactos al agua y suelo durante la recarga de combustibles.

### *I.9.6.4. Separación de residuos*

Se considera el manejo de los residuos generados por los trabajadores. Tanto en el patio de reposo de maquinaria, como en los lugares de concentración del personal (frentes de trabajo) serán colocados botes para la deposición separada de los residuos (orgánicos e inorgánicos). Se mantendrán separados los residuos sólidos urbanos de los residuos derivados de la construcción promoviendo su reciclaje. La recolección y traslado a centros de acopio y relleno sanitario, se realizará con personal del proyecto. Los volúmenes estimados de generación y su manejo se describen en el apartado correspondiente. Los residuos sólidos urbanos generados durante la operación se manejarán con el servicio de limpia municipal como se describe en el apartado correspondiente.

Durante la preparación del sitio los residuos vegetales producto del desmonte serán enviados al banco de tiro; un porcentaje serán picados y esparcidos en las superficies de reforestación y reubicación, para su integración al suelo. No se empleará el fuego en el control de residuos.

## I.9.7. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Esta etapa es en esencia la más significativa ya que las actividades comprendidas por el proyecto se incrementarán significativamente, por consiguiente, la supervisión y cuidado de que se ejecuten correctamente son primordiales.

Las actividades de construcción son típicas para una obra de esta naturaleza (urbanización); se considera en esta etapa, la apertura de calles, introducción de servicios y pavimentaciones. La construcción de las viviendas será realizada de forma progresiva por cada propietario; se llevan a cabo con diversos materiales, diseños y métodos constructivos y es atribución de la DDUOT municipal su regulación y vigilancia. Al llevarse a cabo dentro de la vigencia del proyecto serán supervisadas por el promovente para el cumplimiento de las medidas que se proponen en la MIA-P. Se describe en este documento el proceso constructivo de una vivienda “tipo” a fin de identificar y valorar los impactos de la construcción;

reiterando que en el Reglamento de construcción del municipio de Jalpan se establecen los lineamientos específicos que le serán señalados a cada propietario en su licencia de construcción, emitida por la autoridad municipal.

### *I.9.7.1. Corte y acarreo en apertura de vialidades*

La superficie del terreno es de ladera y presenta una topografía ondulada y condiciones de pendiente de alrededor del 26.9% en algunas secciones. Al concluir el despalme se contempla la excavación para la apertura de vialidades, esta actividad consiste en el movimiento de tierras (cortes y terraplenes), con maquinaria buscando alcanzar una curva masa.

*Tabla 99 Dimensiones de las vialidades*

| Vialidad tipo | Características | Calzada | Guarniciones y banquetas | Ancho total |
|---|---|---|---|---|
| B | **Calle secundaria doble sentido** | **8.00 m** | **1.00 m a cada lado** | **10.00 m** |

La superficie y coordenadas de delimitación fueron señaladas en el apartado de dimensiones del proyecto.

La curva masa permite determinar todos los movimientos de cortes y terracerías y establecer el esquema más eficiente, al cual corresponden los costos mínimos. Es decir, aprovechar el material de excavación para construir terraplén, logrando una compensación total sin que exista sobrante o faltante de material, con las menores distancias posibles de transporte; reducir al mínimo los desperdicios provenientes de los cortes y los préstamos de material para construir los terraplenes.

El diseño de las vialidades del proyecto se elaboró considerando las pendientes y de esta manera evitar un movimiento de tierras excesivo. El espacio destinado a los lotes por igual, fue asignado acorde a estas consideraciones.

De acuerdo con el estudio de geotecnia el primer estrato es un material Tipo A y está conformado por limos y arenas limosas de color café con materia vegetal, con un contenido de humedad variable de entre 7.68 y 12.78%, hasta 0.20 m de profundidad; por lo que es necesario llevar a cabo la remoción de esta capa (durante el despalme) para que las vialidades puedan construirse en terreno firme. También se determinó que no se requiere de mejoramiento de terreno alguno, por lo tanto, se pueden emplear los materiales excavados en la conformación de terraplenes, reduciendo la necesidad de material de banco. En este sentido, se estima que los sobrantes de material en esta actividad serán mínimos; se consideró, con base en la experiencia local, un excedente del 10% aproximadamente del volumen excavado.

Los materiales excedentes producto del corte serán cargados a los camiones de volteo y trasladados al banco de tiro más cercano al área del proyecto; de ninguna

manera será permitido el balconeo de materiales hacia sitios con vegetación forestal fuera de los límites del proyecto.

### *I.9.7.2. Nivelación y compactación de vialidades*

De conformidad con los niveles de la rasante indicados en el proyecto, unas áreas serán de corte y otras de relleno, empleando el material cortado para nivelar la superficie y compactarla.

La compensación, es decir los terraplenes a formar en las superficies con cotas de nivel debajo de los niveles de la rasante establecida por el proyecto, se llevará a cabo en capas de 30 cm de espesor. La nivelación se llevará a cabo con moto conformadora para el mezclado de materiales, tendido y afinado; la compactación se llevará a cabo con "pata de cabra" y rodillo, por capas, nivelando y humedeciendo los materiales para facilitar la cohesión, rectificando los niveles establecidos en el proyecto.

Se contempla la pavimentación de las calles (calzadas, guarniciones y banquetas) descrita en apartados posteriores; actividad que se llevará a cabo una vez concluida la construcción de infraestructura para proveer los servicios públicos, previamente inspeccionados y recibidos a entera satisfacción por la CEA.

**Volumen de construcción apertura y compactación de vialidades**

*Tabla 100 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la apertura y compactación de calles y andadores*

| **Apertura y compactación de vialidades** | **613.39** | **ml** |
|---|---|---|
| Superficie | 6,164.23 | m2 |
| Profundidad máxima de corte | 1.2 | m |
| Porcentaje de corte en la sección tipo | 50.00 | % |
| Volumen de corte | 3698.54 | m3 |
| Porcentaje de material de relleno | 90 | % |
| Volumen de terraplén | 3328.68 | m3 |
| Compactación | 5547.80 | m2 |
| Volumen residual (aprox.) | 369.85 | m3 |
| Volumen de material residual abundado | 480.81 | m3 |

### *I.9.7.3. Red de drenaje sanitario*

De acuerdo con las *Normas y Lineamientos Técnicos para las Instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada,* ***Alcantarillado Sanitario*** *y Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro*; la excavación se realiza para alojar las tuberías o las diferentes estructuras (cajas de válvulas, pozos de visitas, registros, etc.), necesarias para el buen funcionamiento de las redes de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial.

La superficie de construcción (calles) previamente preparada, será la base para el trazo de las zanjas y la introducción del sistema de drenaje. El trazo se realizará con equipo topográfico (estación total), para la alineación y nivelación del arrastre de la infraestructura sanitaria (drenaje sanitario). Sobre el suelo se indica con estacas y líneas de cal-hidra para guía del personal y maquinaria durante la excavación. La rectificación de niveles se llevará a cabo constantemente durante la excavación.

*Tabla 101 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de los pozos de visita (eje del drenaje sanitario)*

| **Líneas de drenaje** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tramo** | **Pozo** | **X** | **Y** | **Dirección** | **Longitud** | **Total del tramo** | **Calle en la que se ubica** |
| 1 | 1 | 449572.62 | 2347368.96 | | | | Ubicado en camino a la colonia La Cruz Blanca, en orientación al Este del predio, en dirección a colonia Solidaridad. |
| | 2 | 449613.6 | 2347343.91 | 1 - 2 | 48.03 | | |
| | 3 | 449654.79 | 2347313.36 | 2 - 3 | 51.28 | | |
| | 4 | 449705.53 | 2347305.34 | 3 - 4 | 51.37 | | |
| | 5 | 449750.01 | 2347281.6 | 4 - 5 | 50.41 | | |
| | 6 | 449793.32 | 2347255.58 | 5 - 6 | 50.53 | | |
| | 7 | 449835.56 | 2347227.99 | 6 -7 | 50.44 | | |
| | 8 | 449860.01 | 2347210.72 | 7 -8 | 29.93 | | |
| | 4-E | 449876.6328 | 2347214.805 | 8 - 4-E | 25.55 | **357.54** | |
| 2 | 2 | 449613.6 | 2347343.91 | | | | Calles 1 y 9 |
| | 9 | 449601.29 | 2347318.27 | 2 - 9 | 28.44 | | |
| | 10 | 449589.03 | 2347291.56 | 9 - 10 | 29.39 | | |
| | 11 | 449551.2 | 2347308.15 | 10 - 11 | 41.30 | **99.13** | |
| **3** | 1 - E | 449657.3756 | 2347321.725 | | | | Punto de conexión |
| | 3 | 449654.79 | 2347313.36 | 1 -E - 3 | 9.00 | | Calle 2 |
| | 12 | 449634 | 2347269.44 | 3 -12 | 48.59 | **57.59** | |
| **4** | 4 | 449705.53 | 2347305.34 | | | | Calle 3 |
| | 13 | 449692.49 | 2347277.2 | 4 - 13 | 31.00 | | |
| | 14 | 449679.71 | 2347248.27 | 13 - 14 | 31.62 | **62.62** | |
| **5** | 2-E | 449753.1206 | 2347290.914 | | | | Punto de conexión |
| | 5 | 450560.24 | 2347519.21 | 2-E - 5 | 9.92 | | Calle 4 |
| | 19 | 449720.57 | 2347216.81 | 5- 19 | 71.16 | **81.08** | |
| **6** | 6 | 449793.32 | 2347255.58 | | | | Calle 5 |
| | 15 | 449779.49 | 2347226.71 | 6 - 15 | 49.89 | | |
| | 18 | 449766 | 2347195.95 | 15 - 18 | 49.89 | **99.78** | |
| **7** | 3-E | 449839.789 | 2347239.813 | | | | Calle 6 |
| | 7 | 449835.56 | 2347227.99 | 3-E - 7 | 1 2. 67 | | |
| | 16 | 449823.28 | 2347202.52 | 7 - 16 | 28.27 | | |
| | 17 | 449811.19 | 2347176.08 | 16 - 17 | 29.00 | **57.27** | |

| **Longitud total** | **815.01** |
|---|---|

*Nota:*

*E: Pozo existente ejemplo (4-E, 2-E. 3-E)*

**Excavación:** De acuerdo al tipo de material detectado en el estudio de geotecnia, esta actividad se realizará con retroexcavadora, siguiendo el trazo marcado en el suelo, depositando los materiales excavados a un costado de la zanja. Las excavaciones para la construcción de los pozos de visita, también se llevarán a cabo con maquinaria.

Consiste en excavación en zanja con máquina, en material tipo (B y C), de (0.00 m. a 2.00m, de 2.00m a 4.00m, etc.) de profundidad, en seco ya que durante la exploración no se detectó el nivel freático. No se excavarán tramos mayores de zanjas al equivalente a un día de trabajo adelantado, en relación con la colocación de la tubería; comprende los siguientes alcances:

- ⇒ Afloje del material
- ⇒ Extracción del material
- ⇒ Afine del fondo para la posterior colocación de la tubería y, de los taludes que delimitan la zanja para lograr su estabilidad
- ⇒ Traspaleos verticales para la total extracción del material
- ⇒ Acarreos horizontales hasta una distancia de 20.00 m.
- ⇒ Colocación del material a lo largo de la zanja, sin que interfiera con las actividades posteriores
- ⇒ Conservación y limpieza gruesa de la zanja

Para las excavaciones de materiales no estables se podrán realizar ademes o apuntalamientos, bombeo de achique o cualquier otra actividad no mencionada. No se considera esta condición en el sitio debido a que no se encuentra en los márgenes de escurrimientos y la obra se realizará en temporada de secas.

Por el tipo se suelo no se requiere el uso de explosivos; además, para el caso de material de roca fija no está permitido el uso de explosivos en los desarrollos habitacionales de las zonas urbanas.

El dimensionamiento de las zanjas se define con base en el tamaño y tipo de tubería, y la separación horizontal entre las instalaciones de agua potable señalados por la CEA.

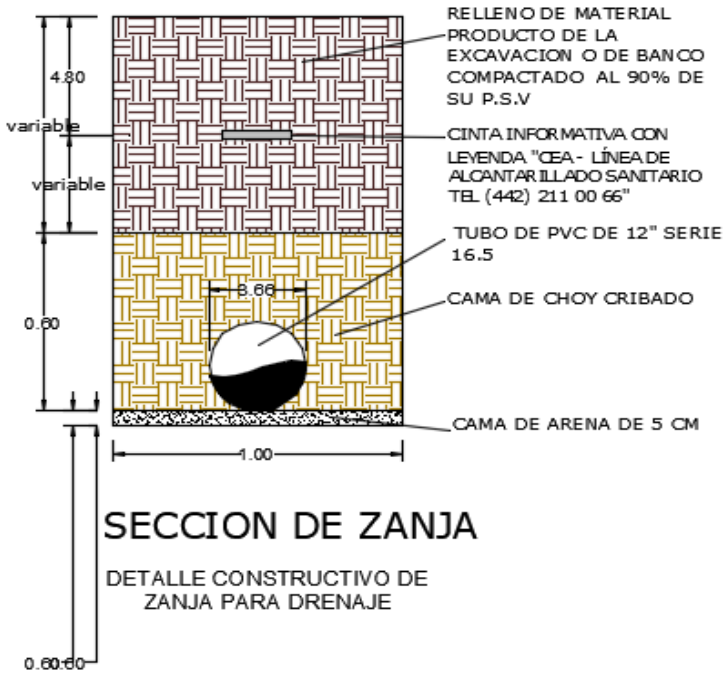



Ilustración 63 Zanja tipo para alojar la tubería de la red de drenaje.

**Colocación de tubería:** Las zanjas sirven para la protección de las tuberías durante su colocación y posteriormente en su operación, debiendo tener sus paredes verticales cuando menos hasta el lomo del tubo y con las dimensiones recomendadas por la CEA. Al fondo de la excavación deberá de colocarse una "plantilla o cama" de material adecuado.

La plantilla se colocará en el fondo de la excavación dándole un acomodo y la compactación que proporcione una superficie uniforme. Los materiales que podrán emplearse previa autorización de la CEA, serán: Arena, Material de excavación (de banco) libre totalmente de piedras (no tierra vegetal, ni material de despalme).

Se llevará a cabo el acarreo de los tubos en camión o pala mecánica de la retroexcavadora, tendiéndolos a un costado de la zanja. El afinado en el fondo de la zanja conforme a los niveles establecidos en el proyecto, se llevará a cabo de forma manual con personal empleando zapapicos y palas para excavar o rellenar espacios.

Se considera el suministro del material para la "cama" y acostillado; acarreos horizontales hasta una distancia de 20.0 m; colocación, extendido y la compactación necesaria que proporcione una superficie regular; conservación y limpieza gruesa de la zanja.

**Relleno y compactación:** El relleno de las zanjas es la actividad de colocar material para cubrir la tubería, con objeto de protegerla y para evitar los movimientos de la misma durante su operación. El material que se coloque deberá estar libre de piedras para no fisurar o hasta llegar a romper la tubería. Se rellenarán los espacios de los costados y sobre los tubos, con un poco de material arenoso compactándolo con compactadora a gasolina (bailarina) o manual en capas de 5 cm hasta cubrir con 60 cm de espesor por encima de la tubería. Posteriormente se cubrirá el resto de la excavación con el material extraído, paleándolo, humedeciéndolo y compactándolo en capas de 15 y 20 cm de espesor.

De manera general el relleno de las zanjas se realiza en dos etapas:

1) La primera etapa corresponde a un relleno perimetral a la tubería y hasta 30 cm. sobre el lomo del tubo. Este relleno tiene por objeto el fijar la tubería en su posición y ser su primera protección contra los rellenos posteriores, a este primer relleno se le denomina comúnmente “relleno acostillado” y, se compacta en capas de aproximadamente 15 a 20 cm. con material fino libre totalmente de piedras, colocado manualmente a ambos lados del tubo y sobre él teniendo cuidado de no afectarlo.
2) La segunda etapa corresponde a un relleno que puede ser a volteo (en zanjas que no recibirán carga vehicular posterior), o compactado (en zanjas que tendrán paso vehicular posterior). El material para este relleno podrá ser: material seleccionado producto de la excavación o material de banco.

En todas las líneas, deberá colocarse una cinta plástica de prevención de la existencia de infraestructura dentro de la zanja, que contenga las siguientes leyendas, según sea el caso:

| LEYENDA | COLOR | COLOR DE CINTA |
|---|---|---|
| CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE TEL (442) 211 00 66 | | AZUL REY |
| CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA RECUPERADA TEL (442) 211 00 66 | | VIOLETA |
| CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO SANITARIO TEL (442) 211 00 66 | | GRIS OBSCURO |
| CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS GRISES TEL (442) 211 00 66 | | GRIS CLARO |
| CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL TEL (442) 211 00 66 | | BLANCO |
| CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA TRATADA TEL (442) 211 00 66 | | VERDE |

Ilustración 64 Señalización de seguridad para las redes subterráneas

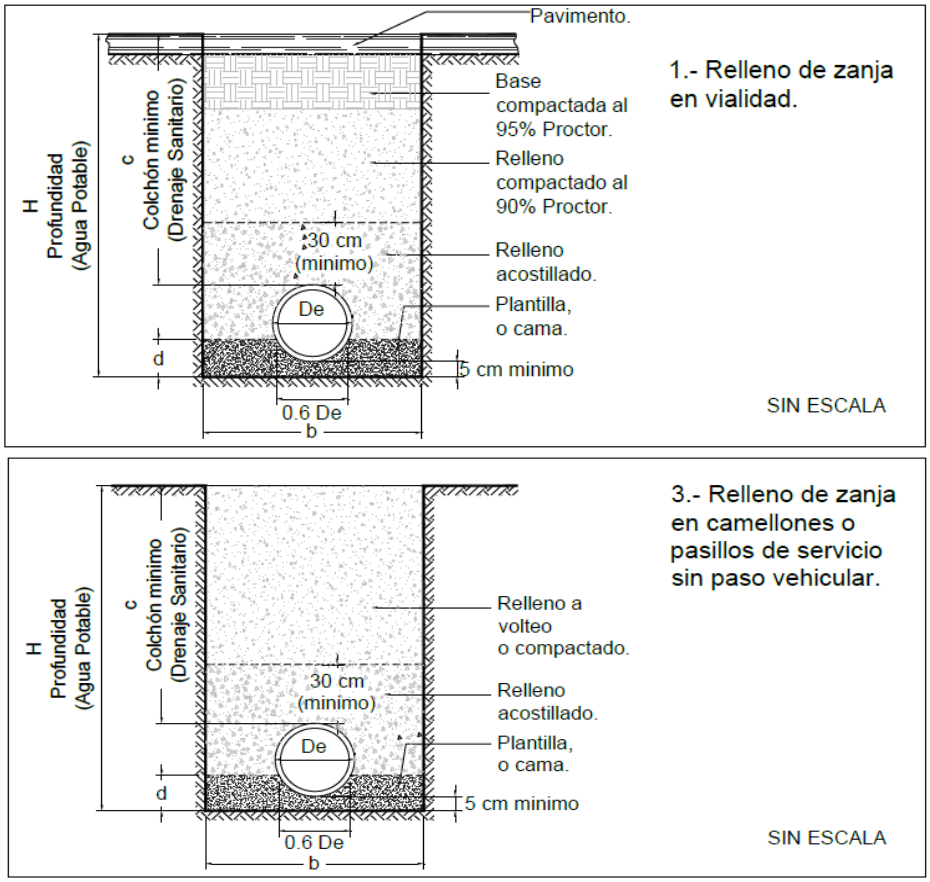



Ilustración 65 Tipos de relleno de zanja conforme al tipo de vialidad (calle y andador) del proyecto

Los materiales de excavación serán empleados como relleno de la zanja, los excedentes serán cargados en camiones y trasladados al banco de tiro, dejando la superficie despejada libre de obstáculos y residuos.

Para cualquiera de las actividades descritas anteriormente, se deberá de solicitar la aprobación de la CEA de lo siguiente: a) Materiales y bancos a emplear en cada etapa. B) Procedimiento de relleno y compactación. C) Laboratorio de control que deberá de emplear el constructor. D) Procedimientos de muestreo y frecuencia de los mismos.

**Pozos de visita:** Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las redes sanitarias. Se utilizan en la unión de varias tuberías, en los cambios de diámetro, de dirección y de pendiente. Se clasifican en pozos comunes, especiales o de caja.

Los pozos comunes y especiales tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, en el piso del pozo se construye una “media caña” que es la prolongación de la tubería dentro del pozo y mesas laterales a los costados de la media caña.

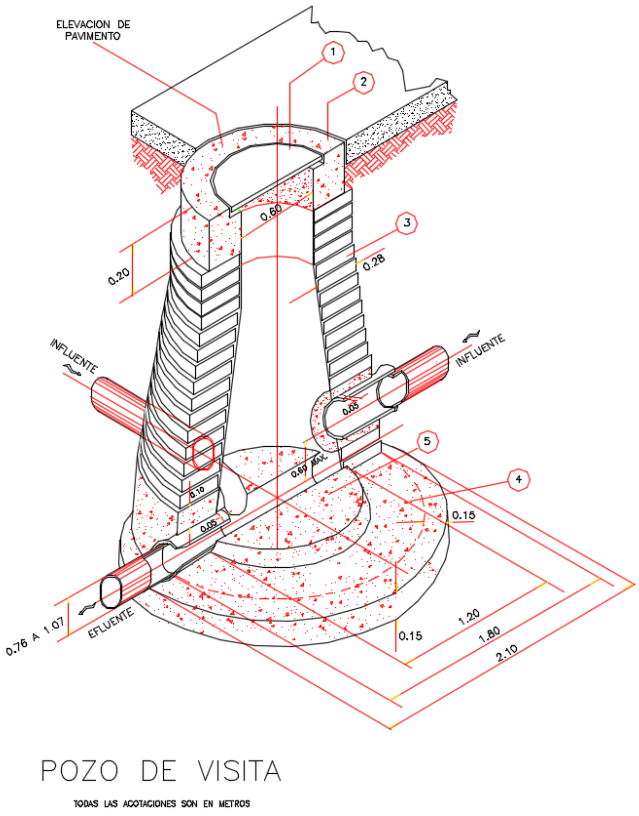



Ilustración 66 Corte del pozo de visita tipo

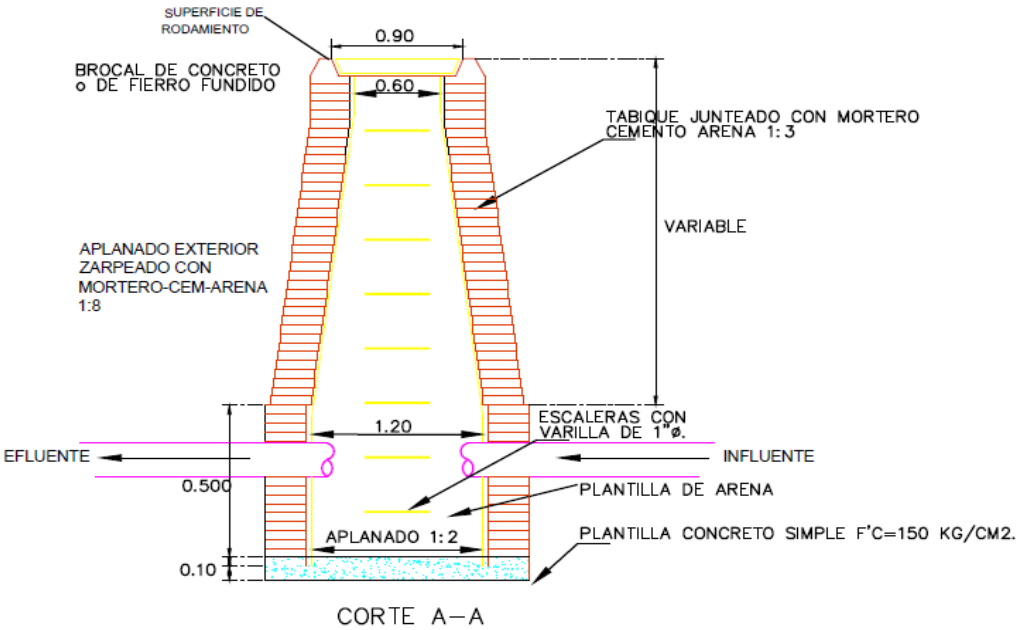



Ilustración 67 Detalles de construcción del pozo de visita tipo.

Deben tener una escalera de acceso, a base de escalones empotrados en la pared del pozo y contar con una tapa en la entrada de la chimenea que permita su ventilación y acceso al pozo. Los pozos comunes tienen un diámetro interior en la parte superior de 1.0 cm y en la parte inferior de 2.10 m utilizados para tuberías de hasta 60 cm. los especiales miden 60 cm de diámetro interior en la parte superior y 1.20 m en la parte inferior, empleados en tuberías de 0.76 m a 1.07 m; de 2.0 m en la parte inferior para tuberías de 1.22 m y mayores.

La separación máxima entre pozos de visita que no presentan cambio de dirección, pendiente o diámetro de la tubería, es decir en tramos rectos donde se requieran para realizar la inspección y acceso de las tuberías debe ser la siguiente:

| **Diámetro de las tuberías** | Separación máxima de pozos de visita |
|---|---|
| **De 30 cm a 61 cm** | **60.0 m** |
| **De 76 cm a 122 cm** | **125.0 m** |

Los registros tipo botella serán construidos en los cruces de las vialidades y uniones de secciones de tubería, conforme al proyecto. Se realizan de ladrillo junteado con mortero arena cemento, revocados y pulidos por dentro. De igual forma se rellenarán los espacios entre el pozo y la excavación con el material de excavación humedeciéndolo y compactándolo en capas de 30 cm de espesor. Las tapas de los registros serán las señaladas por la CEA.

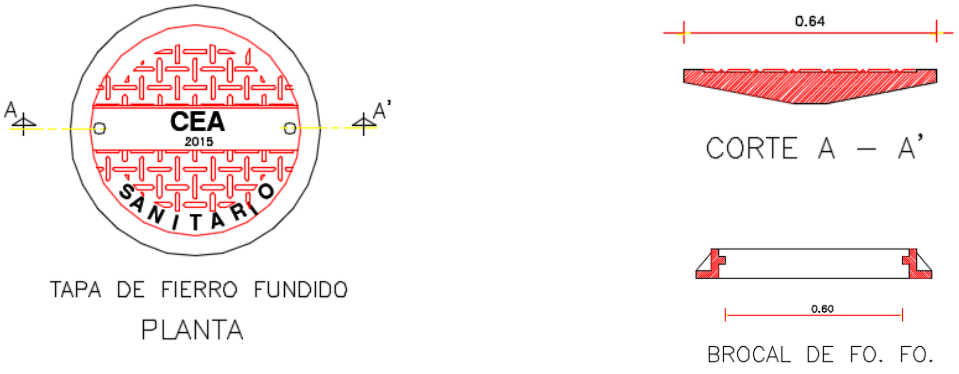



Ilustración 68 Detalle del brocal y tapa

## Volumen de construcción de red de drenaje sanitario

El diámetro de la tubería será de (30 cm interior) 12 pulgadas. Para tuberías de PVC colocadas en forma individual, de acuerdo al diámetro a emplear 12" corresponden las siguientes dimensiones de la zanja: Ancho 85 cm. Profundidad en vialidad 120 cm conforme a los Lineamientos técnicos V-5 de la CEA, se consideran 1.68 m de profundidad promedio en el área de proyecto.

*Tabla 102 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de drenaje sanitario*

| **Drenaje Sanitario (tubería pvc 12")** | **815.01** | **ml** |
|---|---|---|
| Superficie | 692.76 | m2 |
| Pozos de visita con tapaderas | 20 | pzs |
| Introducción de tubería | 815.01 | metros |
| Ancho de zanja | 0.85 | m |
| Profundidad promedio de Zanja | 1.68 | m |
| Sección de zanja (ancho y profundidad) | 1.43 | m2 |
| Coeficiente de abundamiento | 0.3 | |
| Sección de cama | 0.48 | m2 |
| Sección de relleno | 0.72 | m2 |
| Excavaciones | 1163.83 | m3 |
| Relleno y compactación con material de banco | 392.67 | m3 |
| Relleno y compactación con material excavado | 588.84 | m3 |
| Material residual | 574.99 | m3 |
| **Material residual abundado** | **747.49** | **m3** |

Las conexiones domiciliarias a la red de drenaje sanitario serán realizadas posteriormente a cuenta y cargo de los propietarios de cada lote conforme se lleve a cabo la construcción de la vivienda, notificando su inmediata instalación, previa a la pavimentación de las vialidades.

Para llevar a cabo la conexión del servicio de drenaje a la vivienda, se efectuarán excavaciones angostas y poco profundas con herramientas manuales, ya que solo consisten en la introducción de un tubo de PVC de 4” desde el registro que construya el propietario en la orilla del lote para conducir las aguas residuales hasta el colector existente en la vialidad (construido por el fraccionador); empleando uniones con silletas de pvc para realizar el adosado del tubo. Esta actividad no genera impactos significativos ya que realiza de forma manual y los materiales excavados se emplean en el relleno de la cepa y son compactados.

### *I.9.7.4. Red de agua potable*

Las instalaciones de agua potable se proyectan para el total del fraccionamiento, independientemente de que este se desarrolle en etapas, porque los diámetros, gastos y condiciones de trabajo deberán establecerse de una manera completa, aunque los requerimientos de la presente etapa sean menores y tomando en cuenta las recomendaciones que dicta el organismo operador (CEA) a través del Dictamen técnico de incorporación, considerando las características de la red existente y los puntos de toma.

El trazo se realizará con equipo topográfico (estación total), para la alineación y nivelación de infraestructura hidráulica (agua potable). Sobre el suelo se indicarán

con estacas y líneas de cal hidra para guía del personal y maquinaria durante la excavación. La rectificación de niveles se llevará a cabo constantemente durante la etapa constructiva.

*Tabla 103 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de la red de agua potable*

| Tramo | Punto | X | Y | Distancia | Longitud | ubicación de la sección |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 1 | 449629.06 | 2347318.96 | | **75.84** | Ubicado en camino a la colonia La Cruz Blanca, en orientación al Este del predio, en dirección a colonia Solidaridad. |
| | 2 | 449596.63 | 2347353.056 | 28.3577 | | |
| | 3 | 449606.01 | 2347346.72 | 11.32 | | |
| | 4 | 449612.33 | 2347339.73 | 9.42 | | |
| | 5 | 449613.94 | 2347337.15 | 3.05 | | |
| | 6 | 449615.21 | 2347335.10 | 2.41 | | |
| | 7 | 449620.45 | 2347328.27 | 8.61 | | |
| | 8 | 449629.06 | 2347318.96 | 12.68 | | |
| **2** | 1 | 449613.94 | 2347337.15 | | **34.20** | Calle 1 |
| | 2 | 449603.20 | 2347313.78 | 25.7 | | |
| | 3 | 449595.47 | 2347317.33 | 8.5 | | |
| **3** | 1 | 449603.20 | 2347313.78 | | **65.71** | Calles 1 y 9 |
| | 2 | 449593.38 | 2347292.43 | 23.5 | | |
| | 3 | 449555.02 | 2347310.07 | 42.21 | | |
| **4** | 1 | 449580.43 | 2347298.39 | | **34.68** | Calle 9 |
| | 2 | 449577.50 | 2347292.03 | 7 | | |
| | 3 | 449552.35 | 2347303.59 | 27.68 | | |
| **5** | 1 | 449593.38 | 2347292.43 | | **8.50** | Calle 1 |
| | 2 | 449589.83 | 2347284.71 | 8.5 | | |
| **6** | 1 | 449648.43 | 2347309.24 | | **33.87** | Calle 2 |
| | 2 | 449637.21 | 2347284.83 | 26.87 | | |
| | 3 | 449643.57 | 2347281.90 | 7 | | |
| **7** | 1 | 449637.21 | 2347284.83 | | **19.90** | Calle 2 |
| | 2 | 449628.90 | 2347266.75 | 19.9 | | |
| **8** | **1** | 449700.44 | 2347302.66 | | **72.57** | Calle 3 |
| | **2** | 449684.62 | 2347268.26 | 37.86 | | |
| | **3** | 449692.38 | 2347268.37 | 7 | | |
| | **4** | 449694.18 | 2347272.28 | 4.3 | | |
| | **5** | 449682.60 | 2347247.10 | 23.41 | | |
| **9** | **1** | 449750.95 | 2347277.01 | | **62.53** | Calle 4 |
| | **2** | 449733.24 | 2347254.32 | 28.01 | | |
| | **3** | 449739.43 | 2347251.47 | 6.81 | | |
| | **4** | 449721.66 | 2347229.14 | 27.71 | | |
| **10** | 1 | 449733.24 | 2347254.32 | | **27.69** | Calle 4 |
| | 2 | 449728.05 | 2347226.23 | 27.69 | | |
| **11** | 1 | 449788.07 | 2347253.88 | | **50.22** | Calle 5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 449767.09 | 2347208.25 | 50.22 | | |
| **12** | **1** | 449774.99 | 2347225.43 | | **150.93** | Calle 7 |
| | **2** | 449781.18 | 2347222.59 | 6.81 | | |
| | **3** | 449766.94 | 2347191.60 | 34.09 | | |
| | **4** | 449692.92 | 2347225.64 | 81.46 | | |
| | **5** | 449792.90 | 2347179.67 | 28.57 | | |
| **13** | 1 | 449830.50 | 2347226.46 | | **57.09** | Calle 6 |
| | 2 | 449812.52 | 2347187.36 | 43.03 | | |
| | 3 | 449822.82 | 2347192.84 | 7.06 | | |
| | 4 | 449819.89 | 2347186.48 | 7 | | |

Se emplearán tuberías de PVC con unión espiga-campana y anillo reforzado encapsulado fijo a campana empleada en proyectos nuevos deberá cumplir con la Norma AWWA C900, C905, NMX-E 145 /1 VIGENTE (sistema inglés), conforme al proyecto ejecutivo. Las tuberías y conexiones a utilizar en la construcción de la red será PVC RD-41 150 mm de 2" para la red principal; tubo de polietileno HDP-RD-9 de 13 mm ½" de diámetro con conexiones de fierro fundido en los lugares donde se pretenden construir las cajas de válvulas y de PVC en las restantes. Los materiales empleados serán los aprobados por la Comisión Estatal de Aguas conforme a las NOMs vigentes.

*Tabla 104 Longitud de tubería y cantidad de cajas de válvulas en la red de agua potable*

| Tramo | Distancia (m) | Caja de válvulas |
|---|---|---|
| Tramo 1 | 75.84 | 1 |
| Tramo 2 | 34.20 | |
| Tramo 3 | 65.71 | 1 |
| Tramo 4 | 34.68 | 1 |
| Tramo 5 | 8.50 | 1 |
| Tramo 6 | 33.87 | 1 |
| Tramo 7 | 19.90 | 1 |
| Tramo 8 | 72.57 | 4 |
| Tramo 9 | 62.53 | 2 |
| Tramo 10 | 27.69 | 1 |
| Tramo 11 | 50.22 | 2 |
| Tramo 12 | 150.93 | 2 |
| Tramo 13 | 57.09 | 3 |
| **TOTAL** | **693.73** | **20** |

**Zanjas para instalación de tuberías:** Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno. Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que éstas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

**Ancho y profundidad de la zanja**. - Para determinar el ancho de la zanja para alojar las tuberías, se hará con cualquiera de los siguientes criterios:

- Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 50 cm.
- Los anchos de zanja que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.
- La profundidad mínima será de 70 cm en tuberías de hasta 51 mm de diámetro, por lo que se refiere a la profundidad máxima, esta variará en función de las características particulares de la resistencia de la tubería que se trate, tomando en cuenta el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo que se use, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva en la superficie.

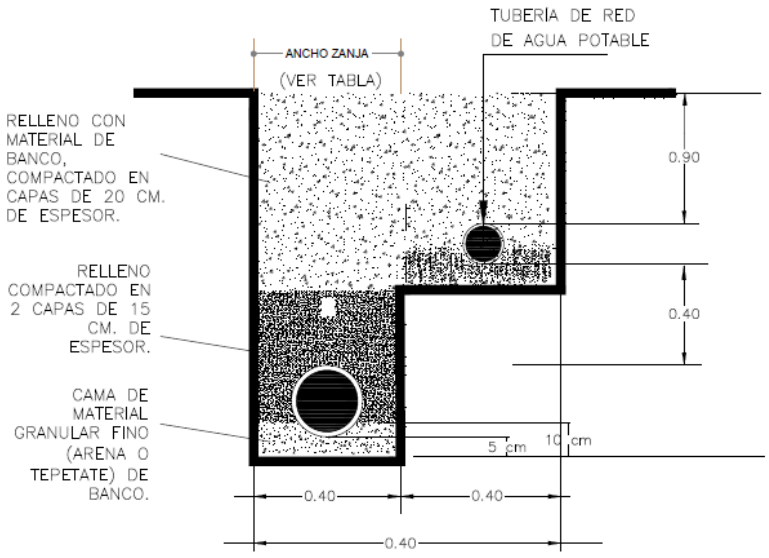



Ilustración 69 Zanja tipo de la red de agua potable

Bajo la superficie de la vialidad y separada del tubo de drenaje se realizarán las excavaciones para la introducción de la red de agua potable. En lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparará la plantilla de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena suelta.

**Colocación de tubería:** Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta. La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior.

Se excavará cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o coplee de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o de la plantilla apisonada. Los espesores de plantilla (h) para tuberías de agua potable, sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm.

El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 15 cm de espesor.

Durante la prueba de la tubería, es importante comprobar la impermeabilidad de las uniones, para lo cual se deben dejar las mismas descubiertas.

**Relleno y compactación de zanjas:** El relleno debe seguir a la instalación de la tubería tan cerca como sea posible, los fines esenciales que debe cumplir este relleno son: a) Proporcionar un lecho para la tubería; b) Proporcionar por encima de la tubería, una capa de material escogido que sirva de amortiguador al impacto de las cargas exteriores.

Primero, se debe formar el lecho o soporte de la tubería, el material regado tiene que ser escogido, de calidad adecuada, libre de piedras y sin presencia de materia orgánica. El primer relleno compactado comprende a partir de la cama de apoyo de la estructura (tubería), hasta 0.30 m por encima de la clave del tubo, será de material selecto. Este relleno se colocará en capas de 0.10 m de espesor terminado desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso apropiado, teniendo cuidado de no dañar la tubería.

El segundo relleno compactado, entre el primer relleno y la sub-base de ser el caso, se harán por capas no mayores de 0.15 de espesor, compactándolo con vibro-apisonadores, planchas y/o rodillos vibratorios.

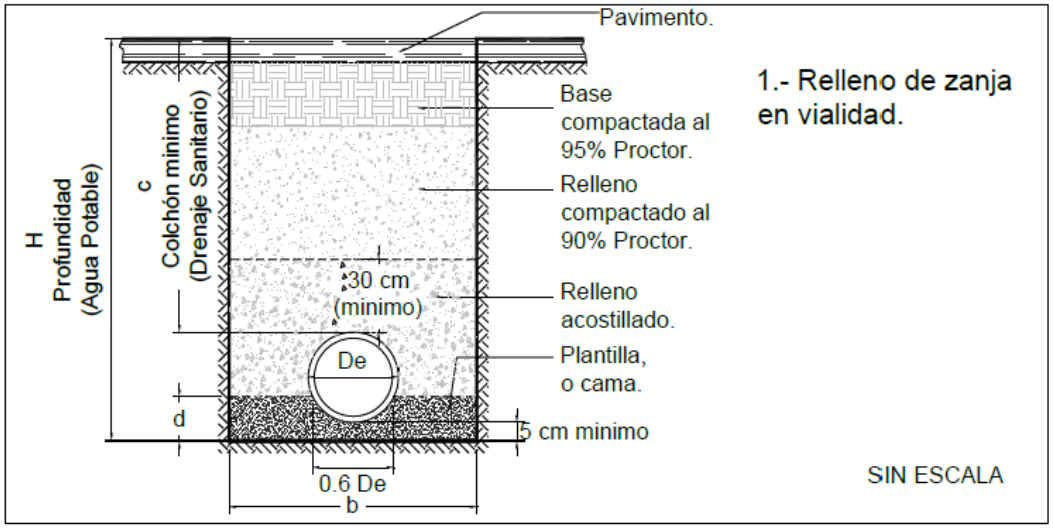



Ilustración 70 Zanja tipo de la red de agua potable

No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual. El porcentaje de compactación para el primer y segundo relleno, no será menor del 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado ASTM D698 o AASHTO T-180. De no alcanzar el porcentaje establecido, se deberán de efectuar nuevos ensayos hasta alcanzar la compactación deseada. El resto de la zanja podrá ser rellenado a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo.

## Volumen de obra para la construcción de la red de agua potable

La memoria de cálculo de la obra a realizar se presenta en la tabla siguiente, se llevará a cabo la colocación de 693.73 m de tubería, la construcción de 20 registros de válvulas.

*Tabla 105 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de agua potable*

| **Agua potable (Tubería pvc 2")** | **693.73** | **ml** |
|---|---|---|
| Superficie | 381.55 | m2 |
| Registros de válvulas | 20.00 | pzas |
| Introducción de tubería | 693.73 | metros |
| Ancho de zanja | 0.55 | m |
| Profundidad de Zanja | 0.70 | m |
| Sección de zanja (ancho y profundidad) | 0.39 | m2 |
| Abundamiento | 0.30 | % |
| Sección de cama | 0.22 | m2 |
| Sección de relleno | 0.16 | m2 |
| Excavaciones | **267.09** | m3 |

| | | |
|---|---|---|
| Relleno y compactación con material de banco | 153.45 | m3 |
| Relleno y compactación con material excavado | 107.94 | m3 |
| Volumen residual (aprox.) | 159.14 | m3 |
| Material residual abundado | **206.88** | m3 |

La toma domiciliaria es la instalación que se deriva de la red de distribución de agua para conectarse a la instalación interna de cada vivienda.

Cuando el desarrollador haya realizado las obras de infraestructura que se requieran para la prestación de los servicios de agua potable y disposición de sus aguas residuales, se realizará la instalación y conexión, con excepción de los inmuebles no construidos, en los cuales no existirá obligación de realizarla hasta que se vaya a iniciar la construcción correspondiente que requiera la prestación del servicio.

La conexión de las tomas domiciliarias desde la red principal se llevará a cabo durante la operación del proyecto, por parte del personal de la CEA, previo contrato del propietario con la CEA y consiste en:

La toma domiciliaria para agua potable de ½" de diámetro con tubería de polietileno con alma de aluminio o polietileno de alta densidad, con una longitud variable, conectada desde la línea de distribución de (2 pulgadas de diámetro), Está formada por dos elementos básicos: el ramal y cuadro (para diámetros de 1/2"). El ramal da inicio en el acoplamiento con la tubería de la red de distribución y termina en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro. Esta instalación normalmente es superficial y visible, debiendo de colocarse en el exterior del predio para poder realizar la medición de consumo. El medidor será proporcionado por la CEA cuando realice la conexión del servicio al usuario, una vez que éste haya efectuado su contrato correspondiente.

#### *I.9.7.5. Electrificación*

La construcción de la red eléctrica contempla dos etapas sucesivas, la primera es la obra civil y la segunda es la obra electromecánica. En conjunto estas etapas comprenden la excavación en el área de las estructuras, el armado de estructuras, el tendido y energizado de la línea.

Consiste en la realización de obras civiles tales como la excavación de las cepas para los postes, estructuras y retenidas. Esta sección de empotramientos incluye las cepas y cimentaciones que, en función de la naturaleza del terreno y características del material a empotrar, difieren en su forma de realización.

El trazo se realizará con equipo topográfico (estación total), para la alineación de los postes respecto a la banqueta. Sobre el suelo se indicarán con estacas los sitios

de excavación (centro de la circunferencia de la cepa). La rectificación del alineamiento se llevará a cabo con el parado y plomeado de los postes.

*Tabla 106 Coordenadas (UTM WGS 84 14N) de ubicación de postes (red de energía eléctrica)*

| TRAMO | POSTE | TIPO | COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | Condición | Descripción | poste a poste | Longitud |
| 1 | 1 | PCR 12-750 | 449558.62 | 2347372.566 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; en el vertice Norte del predio. | | |
| | 2 | PCR 12-750 | 449603.19 | 2347349.906 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 1 - 2 | 50 |
| | 3 | PCR 12-750 | 449614.42 | 2347337.894 | Existente | Punto de conexión, en camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 2 - 3 | 16.44 |
| | 4 | PCR 12-750 | 449638.21 | 2347314.224 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 3 - 4 | 33.55 |
| | 5 | PCR 12-750 | 449649.68 | 2347311.373 | Existente | Punto de conexión, en camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 4 - 5 | 11.81 |
| | 6 | PCR 12-750 | 449687.47 | 2347304.607 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 5 - 6 | 38.38 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **7** | PCR 12-750 | 449734.38 | 2347287.306 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad, en orientación al Este del predio. Próximo a calle que conecta con la colonia Bosques de la Sierra. | 6 - 7 | 50.00 |
| | **8** | PCR 12-750 | 449777.24 | 2347261.555 | Obra | Punto de conexión, en camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad; al Este del predio. | 7 - 8 | 50.00 |
| | **9** | PCR 12-750 | 449819.81 | 2347235.348 | Obra | En camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad, en orientación al Este del predio. Próximo a papelería. | 8 - 9 | 50.00 |
| | **10** | PCR 12-750 | 449831.36 | 2347227.055 | Existente | En camino a la colonia La Cruz Blanca y Solidaridad, en orientación al Este del predio. Frente a calle que conecta con la colonia Bosques de la Sierra. | 9 - 10 | 14.21 |
| | **11** | PCR 12-750 | 449860.53 | 2347206.324 | Obra | Ubicado en camino que conecta a las colonia La Cruz Blanca y Solidaridad, en el vertice Sureste del predio. | 10 - 11 | 35.78 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2** | **3** | PCR 12-750 | 449614.42 | 2347337.894 | Obra | Punto de conexión, ubicado en camino que conecta a las colonias La Cruz Blanca y Solidaridad, en orientación al Este del predio. | | |
| | **12** | PCR 12-750 | 449593.56 | 2347292.287 | Obra | Sobre calle 1 | 3 - 12 | 50.15 |
| | **13** | PCR 12-750 | 449550.63 | 2347312.025 | Obra | Sobre calle 9 | 12 - 13 | 47.24 |
| | **14** | PCR 12-750 | 449547.92 | 2347306.12 | Obra | Sobre calle 9 | 13 - 14 | 6.50 |
| | **15** | PCR 12-750 | 449575.06 | 2347293.639 | Obra | Sobre calle 9 | 14 - 15 | 29.87 |
| **3** | **5** | PCR 12-750 | 449750.01 | 2347281.6 | Obra | Ubicado en camino a la colonia La Cruz Blanca, en orientación al Este del predio, en dirección a colonia Solidaridad. | | |
| | **16** | PCR 12-750 | 449823.28 | 2347202.52 | Obra | Sobre calle 2 | 5 - 16 | |
| **4** | **10** | PCR 12-750 | 449831.36 | 2347227.055 | Obra | Sobre calle 6 | | |
| | **17** | PCR 12-750 | 449810.47 | 2347181.627 | Obra | Sobre calle 6 | 10 - 17 | 50.00 |
| | **18** | PCR 12-750 | 449789.63 | 2347181.683 | Obra | Sobre calle 7 | 17 - 18 | 20.83 |
| | **19** | PCR 12-750 | 449766.08 | 2347192.673 | Obra | Sobre calle 7 | 18 - 19 | 26.00 |
| | **20** | PCR 12-750 | 449781.47 | 2347226.158 | Obra | Sobre calle 5 | 19 - 20 | 36.85 |
| | **21** | PCR 12-750 | 449744.2 | 2347202.57 | Obra | Sobre calle 7 | 19 - 21 | 24 |
| | **22** | PCR 12-750 | 449716.95 | 2347215.1 | Obra | Sobre calle 7 | 21 - 22 | 30 |
| | **23** | PCR 12-750 | 449737.12 | 2347258.958 | Obra | Sobre calle 4 | 22 - 23 | 48.27 |
| | **24** | PCR 12-750 | 449698.78 | 2347223.458 | Obra | Sobre calle 7 | 22 - 24 | 20 |
| | **25** | PCR 12-750 | 449675.61 | 2347234.108 | Obra | Sobre calle 7 | 24 - 25 | 25.49 |
| | **26** | PCR 12-750 | 449695.14 | 2347276.563 | Obra | Sobre calle 3 | 25 - 26 | 46.72 |
| | | | | | | | Total | 812.09 |

**El poste 10 es existente** y de donde se llevará a cabo la conexión para energización de la línea y abasto de luz al fraccionamiento. **Se llevará a cabo la colocación de 26 postes nuevos.**

**Excavación de cepa para poste:** Una vez que se cuenta con el trazo y estacado de la línea, la excavación de las cepas es la primera acción propia para el constructor. En la mayoría de los casos quien ejecuta estos trabajos es personal sin conocimientos de construcción de líneas, por lo que se requiere que el supervisor de la obra compruebe las características de las cepas. Se debe tomar en cuenta que la cepa debe de estar al centro de la línea de trazo para que los postes queden alineados, ya que el poste debe quedar al centro de la cepa.

Antes de empezar las cepas, se necesitan comprobar las dimensiones de las mismas, así como las características de consistencia del terreno, las del poste a hincar o del ancla a enterrar. La profundidad de la cepa para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos.

| EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm) | | | |
|---|---|---|---|
| Altura (m) y resistencia (kg) del poste | Blando | Normal | Duro |
| | Arena, arcilla suelta y arcilla con arena | Tierra común | Tepetate, grava y roca |
| 7 - 600 | 140 | 120 | 100 |
| 9 - 450 | 160 | 140 | 120 |
| 12 - 750 | 190 | 170 | 150 |
| 13 - 600 | 200 | 180 | 160 |
| 14 - 700 | 210 | 190 | 170 |
| 15 - 800 | 220 | 200 | 180 |

Por el tipo de poste y condiciones del suelo en el sitio del proyecto las dimensiones de la cepa serán en promedio de 1.7 m de profundidad y 0.50 m de diámetro. Se realizarán por medios manuales o mecánicos. La excavación se realiza generalmente de forma manual utilizando una barra para remover la tierra y un cucharón para retirarla cuando se trata de terreno tipo “A” y cuando se trata de terreno tipo “B” o “C” se realizan con la ayuda de un compresor neumático auspiciado por compresor.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las cepas abiertas puedan originar accidentes a personas y animales, colocándoles tapas de madera y señalamientos de prevención. Para ello debe tomarse en cuenta las Normas CFE 03-00-00 de distribución- conducción-instalaciones aéreas en media y baja tensión-empotramientos. Se debe tener cuidado de tapar provisionalmente las cepas cuando el poste o ancla no se instalen inmediatamente, la cual debe de ser de material resistente y pintada con franjas de color amarillo tráfico y negro, de lo contrario se puede causar accidente a los peatones.

**Excavación de cepa para retenida:** Para las RETENIDAS a piso la profundidad de las cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45º y recargadas en la pared de la cepa. Las dimensiones de las cepas deben ser de acuerdo al tamaño de las anclas, más 10 cm de tolerancia para su acomodo.

**Transporte de materiales:** Los postes PC-12-750 que se utilizarán para la instalación, serán entregados en la bodega de la CFE, y serán responsabilidad del contratista, su transporte al sitio establecido por éste, en la obra, para su almacenaje y custodia. Las maniobras de carga y descarga al vehículo de traslado deberán hacerse forzosamente con el equipo adecuado (grúa-camión) que evite el golpeo de dichos postes al momento de la carga o descarga. Será responsabilidad del contratista, cualquier daño que sufran los postes derivados del mal manejo o la no utilización del equipo adecuado durante las maniobras de carga y descarga. Todos los materiales y estructuras metálicas, conductores y aislantes que se utilizarán para el vestido de postes, serán entregados en la bodega de la CFE, y serán responsabilidad del contratista, su transporte al sitio establecido por éste, en la obra, para su almacenaje y custodia.

**Distribución parado y plomeado de postes:** Las maniobras de carga y descarga de postes, forzosamente deberá hacerse con equipo como grúa Hiab de 4 toneladas montada en un camión, los cuales se plomean y se fijan con el mismo producto de la excavación, para el caso en que sea necesario el arrastre y el parado de los postes a maniobra, deberá hacerse de tal forma que estos no se golpeen y se dañen, debiendo acordar con el supervisor la forma en que se harán las maniobras tanto de arrastre como del parado.

Esta actividad se conforma por lo siguiente:

- ⇒ Acarreo y distribución de postes del sitio de almacenamiento en la obra hasta pie de cepa en la longitud total de la línea eléctrica, incluyendo el transporte y la maniobra de carga y descarga.
- ⇒ Parado y plomeado de los postes, incluyendo el relleno y apisonado de las cepas con piedra y tierra producto de la excavación.
- ⇒ Se inserta el poste en la cepa y se centra en la misma.
- ⇒ Se gira el poste para que la cara con las características del mismo quede del lado del tránsito.
- ⇒ Con el material extraído de la excavación se rellenan 20 cm alrededor y se compactan.
- ⇒ Se plomea el poste y continúa rellenando la cepa en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Se comprueba la verticalidad del poste.

En líneas con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior de la cepa. Siempre se debe mantener o mejorar la condición original de la compactación del terreno. Es necesario apisonarlo debidamente para obtener una óptima compactación; tener cuidado de que no queden huecos al cimentar con piedras grandes que obstruyan el llenado con tierra para la compactación. Para compactar, se debe utilizar el material extraído de la cepa, excepto que se indique que debe substituirse o adicionar otros materiales. Una vez cubierta la cepa debe dejarse un montículo de tierra adicional alrededor del poste y compactarse para que, con el tiempo, el nivel de la cepa quede ligeramente superior

al del terreno original (10 cm aproximadamente). Cuando se utilice piedra en el empotramiento, se deben añadir agregados finos (tierra y arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación.

Colocación del poste de concreto con retenida

El relleno de la cepa de la retenida de igual manera debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm. En terreno blando, el relleno de la cepa del ancla se compacta con piedras de 10 cm de diámetro hasta formar una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa. Esta actividad se considera terminada cuando los postes se encuentran perfectamente parados, plomeados y con la distancia de norma entre los centros de postes.

**Vestido de estructuras:** Consiste en la colocación de herrajes de acuerdo a la estructura que les corresponda, en esta etapa se colocarán en el poste las crucetas por medio de abrazaderas, los alfileres, los aisladores, las retenidas en caso de que las lleve, las bajantes de tierra, transformadores en los sitios señalados por el proyecto, los bastidores para el circuito de baja tensión y en general todos los herrajes que requiera la estructura. Esta actividad se considera terminada cuando la estructura está completamente vestida en media tensión y baja tensión y cuando a juicio del supervisor la estructura se encuentre correctamente vestida y en condiciones de recibir el tendido de los conductores.

Tendido, emplomado, tensionado y enclemado de conductores

Esta actividad se conforma por lo siguiente:

- ⇒ Colocación de poleas en estructuras para el tendido
- ⇒ Traslado de carretes de conductor del campamento al sitio del tendido incluyendo las maniobras de carga y descarga.
- ⇒ Colocación de poleas en estructuras del tendido.
- ⇒ Tendido y empalmado de conductor (línea de media tensión 2F-3H ACSR 1/0) para fases en baja y media tensión con empalme a compresión a tensión completa.
- ⇒ Pretensionado de los conductores dando una tensión del 40% de la tensión de ruptura del conductor.
- ⇒ Tensionado de acuerdo a las Normas de Distribución Vigentes para las flechas y catenarias correspondientes, rematando el conductor con grapa remate o rema preformado. Es necesario el tensionado del cable conductor y se procede al detallado.
- ⇒ Enclemado y cerrar puentes con conectores a compresión.

Durante las actividades de construcción de líneas, es necesario tomar precauciones adicionales a las del trabajo para proteger a terceros o sus bienes, por lo que invariablemente el área de trabajo se debe acordonar, en especial áreas paso de peatones. Cuando se tiendan conductores, instalar avisos de precaución para orientar al peatón y extremar las medidas de seguridad con los vehículos para evitar

que se enganchen con la línea. Esta actividad finaliza cuando el conductor está correctamente tendido, tensionado, enclemado y con las flechas estipuladas con las Normas de Distribución Vigentes.

Instalación de varilla de tierra

Esta actividad reside en los postes donde exista remate de baja tensión: en el hincado de la varilla de tierra, la instalación del bajante a tierra y su conexión con conector mecánico; para los postes donde se considere el banco de transformación. En la instalación del bajante, el hincado de varilla de tierra, la excavación de la zanja para el tendido del conductor desde el poste hasta donde se ubique la varilla.

Montaje de cortacircuito fusible o apartarrayo

Esta actividad consiste en el montaje de cortacircuito fusible o apartarrayo en los bancos de transformación o en los entronques, incluyendo la instalación de puentes, estribos y las conexiones necesarias a la línea de media tensión y al bajante a tierra, según sea el caso. Así mismo incluye la colocación de la cruceta al poste para fijar su protección.

**Conexión (energizar cables de conducción):** La operación de la línea está dada por un solo proceso, el cual consiste en energizar los cables de conducción con una potencia de 13.2 KV 127/220V, la cual fluirá continuamente y sin interrupciones durante la vida útil de la red eléctrica; sólo se interrumpirá el flujo eléctrico por algún accidente fortuito o cuando las actividades de mantenimiento de las obras así lo requieran.

## Volumen de obra estimada por la construcción de la red de luz eléctrica

*Tabla 107 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de la red de luz eléctrica*

| | **812.09** | **ml** |
|---|---|---|
| Superficie (1.4m de vía) | 974.51 | m2 |
| Postes | 26 | pzas |
| Área de la cepa de 0.5m de diámetro | 0.20 | m2 |
| Área del poste 35.5 cm de diámetro | 0.10 | m2 |
| Profundidad de excavación | 1.7 | m |
| Abundamiento | 0.3 | % |
| Excavación de cepas | 8.68 | m3 |
| Material empleado en relleno | 4.25 | m3 |
| Volumen residual (aprox.) | 4.42 | m3 |
| Residuos (49%) | **5.75** | m3 |

Se considera la longitud de la red independientemente del número de “hilos” conductores que conforme a la tensión calculada por el organismo operador, deban de colocarse. Esté cálculo y las especificaciones de la red será evaluada por la CFE. El cálculo de la superficie se lleva a cabo considerando un ancho de 1.4 metros, como derecho de vía. Los objetivos del derecho de vía son: disponer del área bajo las líneas, que permita su adecuada operación con la máxima confiabilidad, en beneficio del servicio público eléctrico, facilitar su inspección y mantenimiento con las mínimas interferencias; proporcionar la seguridad necesaria a los residentes que se ubiquen en la vecindad de los conductores, para evitar la posibilidad de accidentes, debido a una tensión eléctrica mortal por contacto directo, o por fenómenos de inducción. Se considera la separación horizontal mínima de conductores a edificios, construcciones y cualquier otro obstáculo según la tabla 2 de la Norma de referencia NFR-014-CFE.

El alumbrado público serán responsabilidad del desarrollador como se establece en el reglamento de desarrollo urbano municipal, por lo tanto, también forman parte de la infraestructura a instalarse en esta etapa de construcción, mediante la instalación de lámparas como se establezca en el proyecto ejecutivo aprobado por la CFE.

Para la conexión eléctrica a las viviendas, el dueño del predio llevará a cabo la construcción de la acometida conforme a las especificaciones de la CFE, esta puede estar integrada en la vivienda, barda o de manera individual en la orilla del predio. la CFE revisará la instalación y llevará a cabo la conexión del cableado, mediante contrato previo con el propietario.

#### *I.9.7.6. Pavimentación*

Al tratarse de la construcción de una calle al interior del área urbana y que conectará calles con tránsito local moderado, se respetarán los criterios que establece el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, Qro., en cuanto a las dimensiones de la calzada.

Detalles de construcción de las vialidades del proyecto:

- ⇒ Pendiente del 2% del eje de vía a arroyo.
- ⇒ Ancho de banqueta de 1.00 m, incluyendo guarnición de 15 x 40 cm)
- ⇒ Vialidad secundaria (calle B) doble sentido con un ancho de 8.00 m para tránsito y banquetas laterales de 1.00 m, pavimento de piedra bola con entrecalle de concreto y banquetas de concreto.

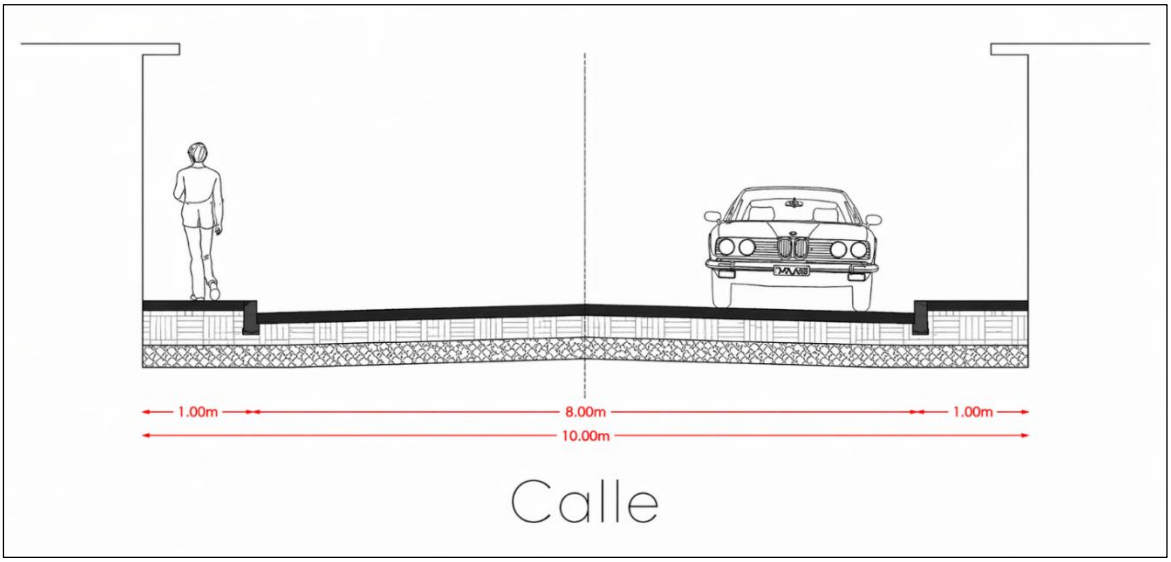



Ilustración 71 Sección tipo de viualidaces del proyecto (calles)

**Guarniciones y banquetas:** Una vez nivelada y compactada la superficie de rodamiento, se lleva a cabo la rectificación del trazo a fin de marcar la alineación de las guarniciones. La construcción previa de guarniciones y banquetas antes de la pavimentación de la calzada, es importante ya que de esta manera se evita su deterioro y se facilita la delimitación y nivelación de la superficie de pavimentación.

Las **guarniciones** son los elementos parcialmente enterrados comúnmente de concreto, que se emplean principalmente para limitar las banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y delinear la orilla del pavimento. Las **banquetas** son las zonas destinadas al tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas.

Las guarniciones y banquetas de concreto tendrán la resistencia, dimensiones y características establecidas en el proyecto. Regularmente las guarniciones son de 40 cm de altura 15 cm de espesor y las banquetas se prevén de 1.00 metros de ancho y 8 cm de espesor; a construirse a cada lado de las vialidades conforme al proyecto de lotificación.

<u>Procedimiento constructivo</u>
Previamente a la construcción se efectuará un pre marcado de los niveles y alineamientos, de acuerdo con lo establecido en el proyecto aprobado por la supervisión.

Para desplantar la guarnición se hará una excavación y en el fondo se tendrá una capa de arena de 10 cm de espesor. Se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante

las operaciones de vaciado y vibrado, ajustados perfectamente para evitar escurrimientos de lechada en las juntas.

A menos que el proyecto indique otra cosa las juntas de construcción y dilatación se harán cada 3m de distancia mediante separadores metálicos de 3mm de espesor y una profundidad de 25 cm, los separadores se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de la colocación del concreto y se retirarán cuidadosamente de 3 a 5 horas después del colado.

El colado de banquetas siempre se hará por tableros alternados en tramos no mayores a dos metros, medidos paralelamente a la guarnición. El nivel de la banqueta en su extremo colindante coincidirá con el nivel de la guarnición. Las banquetas de concreto recién coladas se protegerán del paso de los peatones durante un tiempo mínimo de 24 horas.

**Pavimentación:** La pavimentación ocurre cuando se colocan varias capas de materiales sobre el suelo o sobre la terracería. Los materiales para la pavimentación deben ser altamente resistentes para poder soportar el peso del tránsito. Así mismo depende del uso que se dé a la vialidad.

La **pavimentación con piedra bola** corresponde a un sistema permeable de superficie de rodadura que puede alcanzar tasas de infiltración al subsuelo de hasta 96 %, lo que favorece la recarga de mantos acuíferos y la disminución del escurrimiento superficial. Este tipo de pavimento está constituido por elementos pétreos naturales de forma redondeada o subredondeada, generalmente de origen fluvial, colocados manualmente sobre una capa de soporte previamente acondicionada. Se clasifica como empedrado tradicional y su aplicación es común en vialidades de bajo volumen de tránsito, caminos rurales y áreas con valor paisajístico, debido a su integración con el entorno y su capacidad de permitir infiltración superficial[9].

La estructura del sistema se conforma a partir de una subrasante nivelada y compactada, usualmente entre el 90 % y 95 % de su densidad máxima seca determinada mediante el ensayo Proctor. Sobre esta se dispone una capa de base o cama de asiento, integrada por material granular seleccionado o una mezcla de arena-cemento, cuya función es proporcionar estabilidad, uniformidad y facilitar el acomodo de los elementos pétreos. La colocación de la piedra bola se realiza manualmente, procurando un adecuado ajuste y trabazón entre piezas, lo que permite una distribución eficiente de las cargas hacia las capas inferiores.

[9] Cuahutle Xochitemol, N. (1997). Pavimento con piedra bola y entrecalle de concreto. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla https://hdl.handle.net/20.500.12371/24612

En función de los requerimientos del proyecto, las juntas pueden rellenarse con arena, material fino o mortero. El uso de mortero incrementa la rigidez del sistema, reduce el desplazamiento de las piezas y mejora su respuesta ante cargas vehiculares, aunque limita la permeabilidad. Por el contrario, el empleo de materiales sueltos en las juntas favorece la infiltración del agua hacia el subsuelo, contribuyendo al control de escurrimientos.

El comportamiento estructural del empedrado se basa en la transmisión puntual de cargas a través de los contactos entre los elementos pétreos, por lo que su desempeño depende del correcto acomodo, del confinamiento lateral mediante guarniciones o elementos de contención y de la calidad de la capa de soporte. Si bien su capacidad estructural es inferior a la de pavimentos rígidos o flexibles, presenta ventajas operativas como durabilidad bajo condiciones adecuadas, bajo requerimiento de mantenimiento y facilidad de reparación localizada[10].

El procedimiento constructivo para la pavimentación con piedra bola en un desarrollo habitacional integrado por nueve calles se estructura en una secuencia técnica orientada a asegurar la estabilidad mecánica del sistema, la capacidad portante del conjunto y el adecuado drenaje superficial, en concordancia con las condiciones edafológicas del sitio y las especificaciones del proyecto ejecutivo.

Inicialmente, se lleva a cabo la preparación de la subrasante mediante el despalme, retiro de la cobertura vegetal y conformación del terreno natural hasta alcanzar las cotas de desplante definidas. Posteriormente, se ejecuta la compactación de la subrasante, la cual debe situarse entre el 90 y 95 % de la densidad máxima seca, conforme a los ensayos AASHTO T-99 o AASHTO T-180, dependiendo de la naturaleza del suelo. Durante esta etapa se controla el contenido de humedad para optimizar la compactación y se verifica la regularidad superficial mediante nivelación topográfica.

Concluida la subrasante, se procede, cuando el diseño lo requiere, a la colocación de una capa de subbase o base hidráulica, la cual se extiende, humedece y compacta en capas sucesivas hasta cumplir con el espesor y grado de compactación especificados. Esta capa permite una mejor distribución de esfuerzos y genera una superficie uniforme para la colocación del empedrado.

Posteriormente, se realiza el trazo y la nivelación del terreno mediante equipo topográfico, definiendo eje, secciones transversales y niveles de rasante. Se establecen referencias de control (maestras) a lo largo de las calles, incorporando el bombeo transversal requerido para conducir el escurrimiento hacia guarniciones o cunetas.

[10] Paul, G. A., & Mauricio, M. A. (2023). Caminos rurales, una puerta al desarrollo y la conectividad territorial/México.

Sobre la superficie preparada, se dispone una cama de asiento constituida por material arenoso o mortero cemento-arena de baja resistencia, con espesor aproximado de 3 a 5 cm, la cual se nivela conforme a las pendientes de proyecto. Enseguida, se coloca la piedra bola de forma manual, asegurando un acomodo trabado, con distribución homogénea de tamaños y minimizando vacíos. Las piezas se orientan con su cara más estable hacia la superficie y se ajustan mediante herramienta manual para lograr su adecuada incrustación en la capa de apoyo.

Una vez colocado el empedrado en el tramo correspondiente, se realiza el sellado de juntas mediante material fino o mortero fluido, el cual se introduce para ocupar los intersticios y mejorar la estabilidad del conjunto. Posteriormente, se efectúa la compactación superficial con equipo ligero o rodillo vibratorio, favoreciendo el asentamiento de las piezas y su interconexión.

Finalmente, se lleva a cabo la limpieza de la superficie y, en su caso, la aplicación de riego para facilitar el acomodo del material de junteo. Se verifica el cumplimiento de pendientes y niveles de rasante para garantizar el desalojo pluvial. Este procedimiento se ejecuta de manera secuencial en las nueve calles, considerando la programación de frentes de trabajo que permita optimizar los tiempos de construcción y la consolidación del pavimento previo a su operación.

**Volumen de obra estimada por la pavimentación de calles**

*Tabla 108 Volumen de pavimentación de calles*

| Vialidad | Superficie total | Long. | Guarnición (ml) | Calzada (m2) | Banqueta (m2) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Calle 1** | 675.59 | 67.83 | 124.31 | 67.832 | 124.31 |
| **Calle 2** | 574.69 | 57.41 | 111.73 | 446.6 | 111.72 |
| **Calle 3** | 641.06 | 61.61 | 127.82 | 512.99 | 127.82 |
| **Calle 4** | 615.96 | 61.61 | 123.02 | 500.98 | 123.02 |
| **Calle 5** | 556.11 | 55.61 | 111.23 | 452.87 | 111.24 |
| **Calle 6** | 475.25 | 47.522 | 94.68 | 388.26 | 94.67 |
| **Calle 7** | 1600.22 | 160 | 304.04 | 1296.3 | 304.02 |
| **Calle 8** | 607.59 | 60.033 | 63.72 | 588.07 | 63.72 |
| **Calle 9** | 417.77 | 41.777 | 83.55 | 334.17 | 83.553 |
| **TOTAL** | **6164.23** | 613.39 | 1144.10 | 4588.09 | 1144.07 |

### *I.9.7.7. Construcción progresiva de viviendas*

Una vez adquirido el lote, el propietario definirá el proyecto de construcción conforme a sus necesidades de espacio (número de habitaciones y niveles, la orientación, la distribución, el estilo arquitectónico y presupuesto). Esta actividad será progresiva en el fraccionamiento dependiendo del tiempo que dure en ocuparse el 100% de los lotes con la construcción de viviendas (estimado a concluirse en 10 años).

Los lineamientos y obligaciones a los que se apega el proyecto en materia urbana los esclarece el Código Urbano del Estado de Querétaro; en este sentido, la construcción de cada vivienda es atribución de cada propietario del lote al interior del fraccionamiento, se ejecutarán a través del tiempo conforme cada propietario disponga de los recursos económicos necesarios para su construcción, en función de sus necesidades; obteniendo para ello la licencia de construcción emitida por el municipio, en donde le serán señaladas entre otras obligaciones normativas, las condiciones mediante las cuales deberá solicitar la conexión a los servicios públicos, llevando a cabo el contrato con el organismo operador que corresponda: CEA (agua y drenaje sanitario) y CFE (luz eléctrica).

Los coeficientes de ocupación y utilización del suelo (C.O.S y C.U.S) son importantes al momento de realizar un proyecto de lotificación. Además, son considerados en las normas de edificación.

*Tabla 109 Coeficientes de construcción de viviendas*

| Concepto | Descripción | Residencial (%) | Superficie ($m^2$) |
|---|---|---|---|
| Lote tipo | 10 m de frente por 20m de fondo | | 200 |
| Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) | Es la superficie del lote que puede ser ocupada con construcciones. | 0.7 | 140 |
| Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS) | Es la superficie mínima del lote que puede ser susceptible de incorporación a áreas de riego o zonas verdes dentro del predio | 12.5 | 25 |
| Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) | Entendido como la superficie máxima de construcción que se permitirá en un predio y se expresa con el número de veces que se construya en la superficie del lote. | 2.1 | 420 |

El **Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)** Es la relación aritmética que existe entre la superficie construida en la primera planta (o planta baja) y la superficie total del terreno. Esto tomando en cuenta el emplazamiento del proyecto. Es decir, es la superficie del lote que puede ser ocupada con construcciones, entendiéndose por construida el área techada, cuantificada desde planta de azoteas; manteniendo libre de construcción como mínimo los siguientes porcentajes promedio: uso habitacional 20% en vivienda popular, 25% en residencial, 40% en campestre; en uso comercial

25% y en uso industrial el 35%; esto en zonas que no cuenten con un Plan de Desarrollo, de lo contrario se toma el Coeficiente de Ocupación del Suelo del Plan al que corresponda el predio.

El Coeficiente de ocupación del suelo, mejor conocido como COS urbanamente funciona para que cada vivienda cuente con espacios abiertos suficientes para no generar una densidad o hacinamiento de fincas en un espacio reducido. Además de que genera un mayor orden y permite una reglamentación más estricta.

El **Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)** Es la relación aritmética que se refiere a la proporción equivalente al número de veces la superficie del predio que podrá construirse totalmente. Es decir, la superficie máxima de construcción que se permitirá en un predio y se expresa con el número de veces que se construya en la superficie del lote, de acuerdo a lo establecido en los planes y programas de desarrollo urbano. Este valor es de 2.1 para la zona del proyecto. Esto en específico hace referencia al número de niveles que pueden construirse.

El **Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS)** es la superficie mínima del lote que puede ser susceptible de incorporación a áreas de riego o zonas verdes dentro del predio y contar cuando menos con los siguientes porcentajes: uso habitacional 10% en vivienda popular, 12.5% en residencial, 40% en campestre; en uso comercial 12.5% y en uso industrial el 18%. Lo anterior tiene como finalidad incentivar el desarrollo urbano buscando un mejor aprovechamiento de las áreas o espacios que conformarán las edificaciones, esto sin alterar la preservación natural y protección al medio ambiente.

Determina la superficie de un lote que deberá quedar libre de techo, pavimento, sótano o de cualquier material impermeable y que únicamente sea destinada para jardín, área verde o arborización, con el fin de cumplir con la absorción del suelo. Los miembros del comité de colonos propondrán al ayuntamiento el Reglamento para que se aplique en la propuesta arquitectónica que presenten en la solicitud de la licencia de construcción correspondiente y serán encargados junto con el municipio de vigilar su cumplimiento.

Durante la ejecución del CUSTF se propone dejar en pie al menos el 5% de la vegetación arbórea en la superficie del predio para que, en función de la propuesta de edificación se mantenga la vegetación nativa en la superficie de 25 $m^2$ que constituye el Coeficiente de Absorción (CAS). El tamaño de 78 lotes es superior al mínimo necesario señalado por el PDUCPJS, por lo tanto, se considera suficiente superficie para la ocupación con la vivienda y se respeten los coeficientes, también cabe señalar que las superficies de áreas verdes superan considerablemente el porcentaje señalado en el Código Urbano.

La clasificación de construcciones, requerimientos mínimos de estacionamiento y requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento señalados en el PDUCPJS son los siguientes:

| Género | Magnitud e intensidad de ocupación |
|---|---|
| **I. Habitación** | Metros Cuadrados Construidos |
| **1.1. Unifamiliar**<br>**a.** Interés Social | 33 m2 mínimo para vivienda nueva progresiva popular. |
| **b.** Popular | 45 m2 mínimo para vivienda nueva terminada |
| **c.** Residencial | 60 a 99 m2. vivienda de interés medio.<br>100 a 250 m2 por vivienda. |
| **d.** Campestre | mas de 250 m2 por vivienda. |
| **e.** Rural | Todas aquellas ubicadas en los poblados, ranchos y localidades rurales. Las cuales deberán de contar con una construcción de 33.00 m2 como mínimo para vivienda nueva progresiva popular. |
| **f.** Urbana popular | Todas aquellas ubicadas en las zonas urbanas, semiurbanas y conurbadas. Las cuales deberán de contar con una construcción de 45.00 m2 mínimo para vivienda nueva terminada. |

I. Número mínimo de cajones:

| TIPOLOGÍA | SUPERFICIE | NÚMERO DE CAJONES |
|---|---|---|
| **I. Habitación** | | |
| **a.** Habitación unifamilar | Hasta 120 m2 | 1 |
| | Más de 120 m2 y hasta 250 m2 | 2 |

| TIPOLOGÍA LOCAL | DIMENSIONES LIBRES MÍNIMAS | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| | Area | Lado (Metros) | Altura (Metros) | |
| **I. Habitación** | | | | |
| **Locales, Habitables:** | | | | |
| Recamara Unica o Principal | 7.29 m2 | 2.40 | 2.40 | |
| Recamaras Adicionales y Alcoba | 6.00 m2 | 2.00 | 2.40 | |
| Estancias | 7.30 m2 | 2.60 | 2.40 | |
| Comedores | 6.30 m2 | 2.40 | 2.40 | |
| Estancia-Comedores (Integrados) | 13.60 m2 | 2.60 | 2.40 | |
| **Locales Complementarios:** | | | | |
| Cocina | 3.00 m2 | 1.50 | 2.30 | |
| Cocineta Integrada a Estancia - Comedor | 16.60 m2 | 2.00 | 2.30 | (a) |
| Cuarto de Lavado | 1.68 m2 | 1.40 | 2.10 | |
| Cuartos de Aseo, Despensas y Similares | _____ | _____ | 2.10 | |
| Sanitarios | 3.30 m2 | 1.25 | 2.10 | (b) |

Cada propietario llevará a cabo los trámites ante la autoridad municipal para que le sean autorizados los planos conforme a las condiciones y coeficientes de edificabilidad, obtener la licencia de construcción en donde recibirá los requisitos y recomendaciones necesarios, documentación requerida y pagos correspondientes a la provisión de servicios.

- **Construcción de obra civil**

La construcción de viviendas, dependiendo del diseño y los materiales empleados en estas, trae consigo diferentes fases y constituyen procesos de edificación diferentes. Conocer las etapas de construcción optimiza tiempo y presupuesto. Principales fases a seguir:

- Preparación del terreno y cimentación: Considerando que durante el desmonte no se dejará el terreno completamente limpio, para prevenir su

erosión; esta actividad consiste en llevar a cabo la limpia del terreno, retirando todo tipo de material orgánico que no pueda ser empleado en el relleno de superficies; resguardándolo para emplearlo en las áreas verdes y jardineras (a considerar en la superficie sin construcción del predio (CAS)). Se llevará a cabo la alineación con los lotes colindantes para el trazo, marcaje con cal en el suelo, la excavación de cepas de cimentación a realizarse con herramientas manuales o máquina.

- Estructura de obra gruesa: En las cepas afinadas, se lleva a cabo previamente el mamposteo o el armado de acero estructural y de refuerzo en zapatas aisladas o corridas, dados y cadenas de desplante; integrando en el armado las columnas y castillos que darán soporte a las paredes y lozas de la vivienda; se realiza la construcción de plantillas, introducción del acero, cimbra y colado con concreto. Se continua con el levantamiento de muros exteriores e interiores de la vivienda dejando el espacio de ventanas y puertas; cimbra y colado de castillos y columnas, trabes de cerramiento, enrases, cimbra y colado de losas. Repitiendo el proceso desde el levantamiento de muros en cada nivel que se tenga contemplado realizar respetando la normatividad respecto a las alturas permitidas y los metros cuadrados de construcción. Se considera la introducción de ductos para las instalaciones que van ocultas en los concretos.

- Instalación de plomería, sistemas eléctricos y aire acondicionado: Se lleva a cabo la introducción de ductos en pisos y paredes para la red eléctrica, drenaje sanitario, al interior de la vivienda y hasta el límite del predio para realizar la conexión al sistema de agua potable y drenaje sanitario. Se realizan trabajos de plomería para habilitar las instalaciones en los diferentes servicios que se tengan contemplados (sanitarios, cocina, lavadero, etc.). Se realizan las pruebas de hermeticidad y funcionamiento.

- Instalación del aislamiento: Se llevan a cabo los aplanados para el recubrimiento exterior de la vivienda, los aplanados interiores o la instalación de láminas de yeso y texturas. Se construye el piso firme de la vivienda.

- Detalles exteriores: Se realizan los elementos como el soporte y protección para tinacos, corredores y pasillos, recubrimiento de estacionamiento, barda perimetral, acometida de luz, etc.

- Revestimientos para pisos y encimeras: Se llevan a cabo los trabajos con cerámica u otro tipo de materiales para los acabados en baños, cocina y

pisos. La instalación de los muebles de baño, accesorios, coladeras, llaves de los sistemas hidráulico, gas y agua, así como el cableado eléctrico.

- Acabados: Se llevan a cabo trabajos de impermeabilización, pintura interior y exterior, iluminación, colocación de **puertas**, ventanas barandales, portones etc. trabajos de jardinería y limpieza general.

Durante esta actividad se generarán residuos de construcción, serán cargados y trasladados al relleno sanitario municipal para su depósito en las áreas con las que cuenta el relleno. Los ruidos y vibraciones que se generan en esta actividad son de poca intensidad. Los acarreos de materiales se realizarán evitando impactos por la dispersión de partículas de polvo.

Las actividades de construcción de vivienda y sus impactos se encuentran regulados por la autoridad municipal mediante el Reglamento de construcción, a fin de emitir las licencias correspondientes. La vigilancia en el cumplimiento de las normas y lineamientos de construcción de vivienda son atribuciones de la autoridad municipal; durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, el fraccionador apoyará a la autoridad municipal vigilando su cumplimiento.

## Volumen de obra estimada por la construcción de viviendas

*Tabla 110 Memoria de cálculo de los volúmenes de obra a realizar en la construcción de viviendas*

| Viviendas | 78 | Viviendas |
|---|---|---|
| Superficie loteada | 17,775.81 | $m^2$ |
| Superficie del lote promedio | 227.90 | $m^2$ |
| Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) | 0.7 | |
| Coeficiente de Uso del Suelo (CUS) | 2.1 | |
| Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS) | 12.5 | % |
| Superficie total que se puede construir | 12443.07 | $m^2$ |
| Superficie total que se puede construir | 37329.21 | $m^2$ |
| Áreas jardinadas | 2221.98 | $m^2$ |
| Volumen de construcción máxima del lote promedio | 335.01 | $m^2$ |
| Dimensión de construcción vivienda residencial tipo | 250.00 | $m^2$ |
| Volumen de construcción del proyecto (residencial) | 19500.00 | $m^2$ |

**Nota:** Se especifica que son cálculos promedio, por lo que las cantidades pueden variar; sin embargo, se mantendrán los coeficientes y características dictadas por la normatividad de Desarrollo Urbano.

Los volúmenes de excavación se estiman con base en el volumen de obra, se presentan en el cálculo de residuos a generar por las actividades de construcción.

- **Conexión a los servicios públicos**

Cuando se hayan realizado las obras de infraestructura que se requieren **para la prestación de los servicios de agua potable y disposición de sus aguas residuales**, la Comisión Estatal de Aguas realizará la instalación y conexión, con excepción de los inmuebles no construidos, en los cuales no existirá obligación de realizar instalación y conexión hasta que se vaya a iniciar la construcción correspondiente que requiera la prestación del servicio.

Ninguna vivienda podrá ser habitada si no cuenta previamente con la conexión a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

- Conexión de la vivienda al abasto de agua potable: Durante la etapa de construcción, los propietarios en el tiempo en que consideren pertinente ya sea al inicio o final del proceso de construcción de la vivienda, realizarán el contrato respectivo con el organismo operador (CEA) para el abasto de agua potable residencial. La dependencia realizará la conexión del servicio desde la infraestructura existente en la vialidad frente al lote, colocando manguera y los instrumentos de medición para el cobro del servicio. El suministro y adecuado funcionamiento del sistema será atribución de la CEA. Esta actividad será progresiva en el fraccionamiento dependiendo del tiempo que dure en ocuparse el 100% de los lotes con la construcción de viviendas.

- Conexión de la vivienda a la red de drenaje: La descarga domiciliaria es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea. El diámetro en la mayoría de los casos es de 15 cm., siendo éste el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de la CEA.

La conexión entre la descarga y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. Dependiendo del tipo de material de la atarjea o colector, se debe de seleccionar de preferencia el mismo material en la tubería y en las piezas especiales, así como el procedimiento de conexión correspondiente.

En este tipo de conexión, se utiliza una silleta de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. La silleta se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión en este

segundo caso, la silleta está provista de un anillo de hule con el que se logra la hermeticidad con la atarjea.

A partir del registro construido en el límite del lote a cargo del propietario se llevará a cabo la introducción del tubo de pvc hacia la atarjea en la vialidad, llevando a cabo la excavación y compactación con herramientas manuales. Esta actividad será progresiva en el fraccionamiento dependiendo del tiempo que dure en ocuparse el 100% de los lotes con la construcción de viviendas notificándose a los propietarios puedan realizarla preferentemente antes de la pavimentación de calles.

- Conexión a la energía eléctrica: Durante la construcción de viviendas cada propietario realizará la construcción de la acometida con las especificaciones del organismo operador y contrato correspondiente para la "bajada". La CFE realizará la conexión desde el poste más cercano (a 35 m de distancia o menos), colocará el medidor por cada residencia para el registro de consumo y el cobro de cotas.

RESUMEN DEL VOLUMEN DE OBRA ESTIMADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

*Tabla 111 Volúmenes de construcción del proyecto*

| OBRA | Longitud (m) | Superficie de construcción ($m^2$) | Volumen de excavaciones ($m^3$) | Volumen de construcción |
|---|---|---|---|---|
| Apertura de calles con maquinaria, corte y relleno, nivelación y compactación, con material producto de la excavación. | 613.39 | 6,164.23 | 3698.54 | 7027.22 |
| Red de drenaje sanitario con tubería de PVC 12", incluye 16 pozos de visita de ladrillo equipados con brocal, escalones y tapaderas. | 815.01 | 692.76 | 1163.83 | 981.52 |
| Red de agua potable a ambos lados de la vialidad con tubería de PVC de 2", incluye 18 registros de válvulas | 693.73 | 381.55 | 267.09 | 261.40 |
| Red de luz eléctrica, incluye 14 postes de concreto. | 812.09 | 974.51 | 8.68 | 8.68 |
| Pavimentación de calles | 613.39 | 6164.23 | | 848.39 |
| Construcción progresiva de 78 Viviendas tipo residencial con superficie promedio de construcción de 250 $m^2$ | | 12443.07 | | 19500.00 |

### *I.9.7.8. Acondicionamiento de áreas verdes.*

El proyecto cuenta con una superficie de 2,024.75 metros cuadrados de áreas verdes que representan el 7.41% de la superficie del fraccionamiento además de 3,294.22 m2 en el área de protección en donde permanecerá la vegetación. A dichas áreas desde el momento de realizar el CUSTF se evitará eliminar el arbolado nativo, se aportará material vegetal "mantillo" recuperado de las áreas de

excavación. El acondicionamiento consistirá en realizar replantes para mejorar su cobertura y estética elegiendo plantas nativas y adaptadas al clima local, que requieran menos agua y cuidados, y que sean resistentes a plagas y enfermedades comunes en la región.

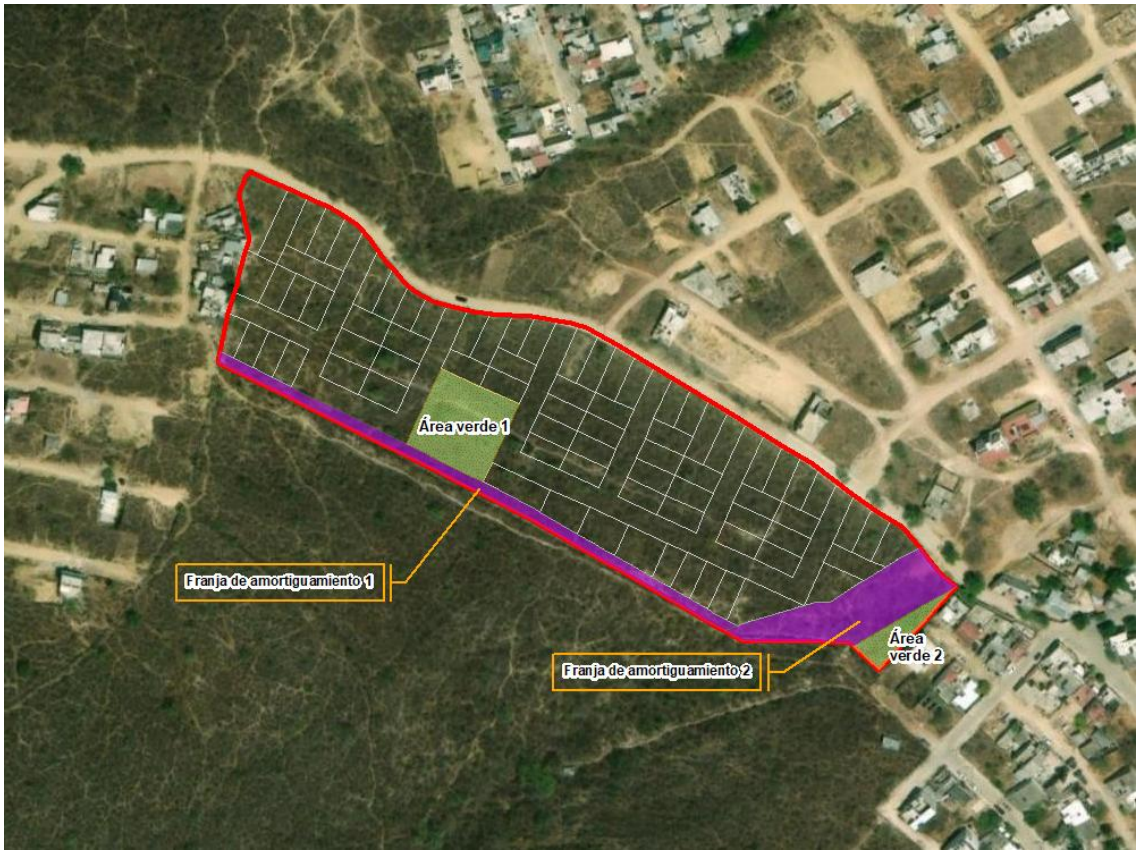



Ilustración 72 Distribución de las áreas verdes del proyecto

El acondicionamiento de áreas verdes abarca diversas tareas esenciales para conservar y mejorar jardines, parques y zonas recreativas. En general este proceso incluye la plantación, poda de árboles y arbustos, riego, fertilización adecuada, control de plagas y enfermedades, corte del césped y limpieza general. Estas actividades no solo mejoran y mantienen la estética del lugar, sino que también aseguran su funcionalidad, salud y belleza de estos espacios, impactando directamente en la calidad de vida de las personas y el medio ambiente.

Las áreas verdes bien cuidadas y mantenidas se convierte en un lugar atractivo para el esparcimiento y la socialización, fomentando un sentido de comunidad y bienestar colectivo; contribuyen significativamente a reducir el estrés, promover la actividad física y mejorar la salud mental. Áreas verdes atractivas pueden aumentar el valor de las propiedades cercanas, haciendo que los barrios sean más deseables. Además, actúan como filtros naturales, mejorando la calidad del aire al capturar contaminantes y liberar oxígeno. La conservación de estos espacios también es vital

para la biodiversidad, proporcionando hábitats seguros para diversas especies de flora y fauna.

El acondicionamiento y mantenimiento de áreas verdes abarca diversas tareas que aseguran la salud, estética y funcionalidad de los espacios naturales. Estas actividades deben realizarse de manera regular y sistemática para garantizar que las áreas verdes permanezcan en óptimas condiciones. A continuación, se describen las principales actividades involucradas:

**Poda y tala de árboles y arbustos**. - La poda y tala son esenciales para mantener la forma, salud y seguridad de los árboles y arbustos. La poda ayuda a eliminar las ramas muertas o enfermas, mejora la circulación del aire y la entrada de luz solar, y previene riesgos de caída. La tala puede ser necesaria para árboles que representen un peligro o que estén en condiciones irrecuperables.

**Riego.** - El riego es fundamental para asegurar que las plantas reciban la cantidad adecuada de agua. Es importante establecer un programa de riego que se adapte a las necesidades específicas de cada planta y a las condiciones climáticas locales. Durante las estaciones secas, el riego debe ser más frecuente para evitar la deshidratación de las plantas.

**Fertilización.** - La fertilización proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento saludable de las plantas. Se debe aplicar fertilizantes específicos según el tipo de planta y las características del suelo. Una fertilización adecuada ayuda a mejorar la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, y promueve un crecimiento vigoroso.

**Control de plagas.** - El control de plagas y enfermedades es crucial para proteger las plantas de daños significativos. Esto incluye la identificación temprana de síntomas, la aplicación de tratamientos preventivos y correctivos; el uso de métodos biológicos es prioritario para controlar las infestaciones. Un monitoreo regular es clave para un manejo efectivo.

**Corte del césped.** - El corte del césped mantiene el pasto a una altura adecuada y saludable. Cortar el césped regularmente ayuda a evitar la proliferación de malas hierbas y mejora la apariencia estética del área verde. Es importante utilizar cortadoras de césped bien afiladas y ajustar la altura de corte según la especie de césped.

**Limpieza general. -** La limpieza general implica la eliminación de basura, hojas caídas y otros desechos que puedan acumularse en las áreas verdes. Esta actividad mantiene el entorno limpio, y previene la acumulación de materiales que puedan causar enfermedades o atraer plagas. Una limpieza regular contribuye a la salud general del ecosistema.

## I.9.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez concluida la provisión de servicios de urbanización por cuenta del fraccionador, se llevan a cabo los trámites necesarios para hacer la entrega de servicios de drenaje, agua potable y energía eléctrica a los organismos operadores para el cobro de cuotas y mantenimiento correspondiente.

De acuerdo a la programación de obra, se estará en condiciones de que los servicios de agua potable, servicio sanitario y luz eléctrica entren en operación al 100% a partir del año 4 o se pueda iniciar, poco antes, por secciones del fraccionamiento. Recordando que ninguna vivienda podrá ser habitada si no se encuentra conectada a los servicios básicos (agua y drenaje sanitario) en operación.

Una vez que el fraccionamiento entre en operación se estarán suministrando los servicios de agua potable y luz eléctrica; recibiendo las descargas de aguas residuales sanitarias al colector municipal, para su conducción y tratamiento en la PTAR municipal. La afluencia de peatones y circulación de vehículos será constante, así como la generación de residuos sólidos urbanos en las viviendas y los derivados de las actividades que realicen los habitantes para el mantenimiento de sus viviendas.

Debido a que cada ocupante realizará las actividades necesarias para la construcción de su vivienda, será necesario en todo momento vigilar el cumplimiento de las medidas propuestas y lo señalado en los Reglamentos municipales.

### *I.9.8.1. Circulación vehicular y peatonal*

Con la ocupación de viviendas se llevará a cabo la población paulatina en el fraccionamiento, utilizarán la vivienda para la convivencia familiar intramuros en donde se comparten momentos de estancia y esparcimiento, realizando actividades propias de un hogar. Emplearán las calles del fraccionamiento para entrar y salir de sus hogares a realizar las actividades cotidianas, ya sea a pie o en vehículo.

El fraccionamiento habitacional que se propone es (abierto), tendrá acceso por seis vialidades como fue señalado. No se contempla estacionamiento para visitantes ya que cada vivienda dispondrá de al menos un espacio para estacionamiento integrado al diseño arquitectónico, requisito que se presenta para solicitar la licencia de construcción ante la Autoridad Municipal y al tratarse de vivienda unifamiliar no se contemplan mayor número de personas por unidad de superficie.

Se regulará el estacionamiento de vehículos en las calles a fin de no obstruir el tránsito, la circulación se llevará a cabo a baja velocidad y las restricciones que para tal efecto acuerde el comité de colonos.

### *I.9.8.2. Consumo de energía eléctrica*

Cada dueño de vivienda obtendrá el contrato respectivo para el suministro de energía eléctrica, realizando el pago correspondiente en los plazos que establece la comisión federal de electricidad (CFE). El consumo será suministrado conforme a las tarifas que establece la CFE para el uso en vivienda, regulando los consumos correspondientes.

El servicio de Alumbrado Público consiste en los servicios de cableado e instalación de lámparas y luminarias; serán colocadas por el fraccionadore y de acuerdo a su capacidad presupuestaria, es facultad y responsabilidad del Municipio su mantenimiento y operación, posterior a la entrega recepción del fraccionamiento.

Por su parte cada propietario podrá contratar además servicios digitales y de telefonía dependiendo de la infraestructura y oferta que tengan las compañías proveedoras y que se encuentren establecidos con los permisos correspondientes.

### *I.9.8.3. Consumo de agua potable*

La dotación de agua potable estimada para el proyecto es de 0.207 litros por segundo, lo que equivale a un gasto de **22,340 $m^3$ anuales por las 78 viviendas tipo Alta**. Volumen que será estimado y ajustado por el orgamismo operador

El cobro de cuotas lo realizará la CEA mediante el volumen de agua registrado mensualmente en el medidor correspondiente de cada lote; para ello cada propietario de la vivienda realizará su contrato con el organismo operador (CEA) quien realizará la instalación de la toma domiciliaria que es el punto de conexión entre la infraestructura para la prestación de los servicios públicos y las instalaciones interiores de cada predio, para la distribución del agua potable.

Durante la operación se observará lo señalado por el “Reglamento para el uso eficiente del agua en las poblaciones del Estado de Querétaro”; que tiene por objeto establecer las reglas para el mejor aprovechamiento del agua y su uso más eficiente, en los términos del título sexto del Código Urbano para el Estado de Querétaro, incluyendo las acciones para prevenir y proteger las fuentes de agua para el consumo humano, así como para desarrollar la Cultura del Agua. Su aplicación compete al Gobierno del Estado por conducto de la Comisión Estatal de Aguas y a los Municipios a través de los Organismos Operadores, en el ámbito de sus respectivas competencias.

Los usuarios de los servicios de Agua Potable, tendrán la obligación de mantener en buen estado la infraestructura intra-domiciliaria, así como el empleo de aditamentos economizadores de agua en aquellos muebles que sean factibles, para la prestación de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, con el objeto de evitar pérdidas, fugas y desperdicios de agua.

Todos los usuarios de agua, estarán obligados a reportar las fugas que se identifiquen en la vía pública. Queda prohibido el uso de técnicas de uso y consumo de agua que tiendan a su desperdicio, como el lavado de vehículos automotores, riego de banquetas o cualquier otra actividad dentro de cada predio, que utilice la manguera sin dispositivos ahorradores de agua o cualquier otro sistema que ostensiblemente desperdicie agua potable, y demás señalados en el Reglamento.

### *I.9.8.4. Descarga de aguas residuales sanitarias*

La prioridad fundamental en cualquier desarrollo urbano es el abastecimiento de agua potable, pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales. **Ninguna vivienda podrá ser habitada si no cuenta con la conexión respectiva al agua potable y drenaje sanitario** y que estos servicios se encuentren en operación. Queda prohibido a los usuarios descargar aguas residuales a drenes, canales y depósitos a cielo abierto o cualquier otra infraestructura utilizada para el manejo de las aguas pluviales de competencia estatal o municipal.

**El gasto medio es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año**. La aportación es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado, la cual es un porcentaje del valor de la dotación de agua potable. En zonas habitacionales, se adopta como aportación de aguas residuales el 80% de la dotación de agua potable, considerando que el 20 % restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

El PDUCPJS, como criterio para la dotación de redes hidráulicas y aprovechar al máximo su capacidad en función de la demanda y de las demás características de clima que presenta el centro de población de Jalpan de Serra, considera lo siguiente:

| DOTACIÓN | PRESIÓN | FORMAS EN QUE SE DA EL SERVICIO | EXTENSIÓN CUBIERTA POR EL SERVICIO |
|---|---|---|---|
| 100/LTS/HAB/DIA | MÍNIMO-1.0 KG/CM2<br>MÁXIMO-3.0 KG/CM2 | TOMAS DOMICILIARIAS EN EL CENTRO DEL POBLADO.<br>▪ HIDRANTES EN LA PERIFERIA | TOMA POR LOTE |

$$Q_{med} = \frac{A_p \cdot P}{86\,400}$$

donde:

| | |
|---|---|
| $Q_{med}$ | es el gasto medio de aguas residuales en l/s. |
| $A_p$ | es la aportación en litros por habitante al día. |
| $P$ | es la población en número de habitantes. |
| 86 400 | son el número de segundos al día. |

Sin embargo, en proyectos similares en la zona, la CEA estima un consumo de agua potable superior a 100 lts por habitante por día, quedando como sigue:

| **Agua dotada (litros diarios)** | **22,340.00** |
|---|---|
| litros anuales | 6,523,280.00 |
| $m^3$ anual | 6,523.28 |
| $m^3$ mensual | 543.61 |

Por lo que el gasto medio se calcula con la formula antes señalada, quedando de la siguiente manera:

*Tabla 112 Gasto medio de descarga de aguas residuales al drenaje sanitario*

| **DESCARGA SANITARIA** | | |
|---|---|---|
| Dotación de agua | 79.50 | lts/hab/día |
| Aportación | 80 | % |
| Aportación por habitante /día | 63.60 | lts/hab/día |
| Población | 281 | habitantes |
| Duración del día | 86400 | Segundos |
| **Qmed** | **0.207** | **lts /seg** |

**El gasto medio de aguas residuales vertidas al alcantarillado de drenaje sanitario** se estima en **0.207 lts. por segundo**. Con base en lo expresado en el apartado correspondiente se considera que la PTAR municipal, tiene la capacidad suficiente para el tratamiento de las aguas residuales a generarse en la operación del proyecto.

Durante la operación se evacuará en forma rápida y segura las aguas residuales domesticas hacia el colector sanitario. Las aguas residuales serán tratas en la PTAR municipal, la cual cuenta con la capacidad de tratamiento como se contempla en el informe técnico emitido por la CEA. El tratamiento de las aguas residuales lo llevará a cabo el organismo operador (CEA). Ninguna vivienda podrá ser habitada si no se encuentra conectada al servicio de drenaje.

Los usuarios se apegarán a las recomendaciones que establece el organismo operador en el **Reglamento para el control de las descargas de aguas**

**residuales a los sistemas de alcantarillado del Estado de Querétaro**; evitando descargar sustancias contaminantes, residuos peligrosos, etc. así mismo vigilarán su respectivo funcionamiento evitando derrames hacia la vía pública.

### *I.9.8.5. Generación de residuos sólidos urbanos*

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y sus envases, embalajes o empaques; además de los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la LGPGIR como residuos de otra índole.

El Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es realizado cada dos años y tiene un módulo especializado sobre la gestión de los RSU (Módulo 6 para el Censo de 2021), en relación a la generación de residuos sólidos urbanos en el municipio de Jalpan de Serra, se estima una cantidad de generación per-cápita y la clasificación de los mismos en orgánicos e inorgánicos, valorizables y no valorizables. De esta manera se obtiene que en el municipio es de 0.57 kg/hab-día; considerando la población estimada para el fraccionamiento se tendrá el volumen siguiente:

281 habitantes * 0.57 kg/hab/día = 160.17 kg/día

160.17 kg * 365 días al año = **58.46ton al año**

Conforme a la caracterización reportada en el Programa Regional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda se clasifican de la siguiente forma.

*Tabla 113 Volumen de residuos sólidos urbanos, estimados a generar en las viviendas durante la etapa de operación del proyecto*

| VOLUMEN DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (OPERACIÓN) | | | |
|---|---|---|---|
| **Población** | **281** | **habitantes** | |
| **Generación** | **Kg por día** | **Kg por año** | **tn/año** |
| Orgánicos | 72.44 | 26442.39 | 26.44 |
| Inorgánicos valorizables | 35.59 | 12990.27 | 12.99 |
| Inorgánicos confinados | 51.25 | 18707.86 | 18.71 |
| Peligrosos | 0.88 | 321.54 | 0.32 |
| **Total** | **160.17** | **58462.05** | **58.46** |

La gestión de residuos sólidos urbanos al interior del municipio de Jalpan de Serra se lleva a cabo por la dirección de servicios municipales únicamente; descartando

el empleo de prestadores de servicios eternos, de manera que se mantiene controlada la disposición de los mismos. Los residuos que se generan en la construcción o remodelación son responsabilidad de los generadores llevar a cabo el transporte hacia el relleno sanitario, tomando las precauciones y medidas señaladas en la MIA-P.

El manejo y destino final lo lleva a cabo el municipio en el relleno sanitario municipal. Se cuenta con el **Reglamento de SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA, QRO.** al cual se apegarán las actividades de operación y mantenimiento del fraccionamiento a las que les sea aplicable.

### *I.9.8.6. Matenimiento de servicios y espacios urbanos*

El mantenimiento de la infraestructura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario será responsabilidad del fraccionador hasta realizar la entrega del fraccionamiento a la autoridad municipal, como lo señala el Reglamento de construcción.

Aun cuando se haya cuidado hasta el más mínimo detalle en la etapa de construcción de las obras de infraestructura para la distribución de agua potable, pueden existir imprevistos en los sistemas durante la operación, debiéndose realizar el mantenimiento correspondiente, sin embargo, este ya sea a cargo del organismo operador (CEA). Considerando que se emplean materiales nuevos, de calidad y las obras son supervisadas por el organismo operador, no se prevén acciones de mantenimiento a la infraestructura de drenaje sanitario, por desperfectos en la red, en el periodo trascurrido hasta la entrega del fraccionamiento a la autoridad municipal quien se hará cargo de la operación y mantenimiento conforme a lo señalado en el Código Urbano del estado y el Reglamento de construcción del municipio de Jalpan de Serra.

Para que se lleve a cabo el suministro y mantenimiento de los servicios se realizará la entrega de la infraestructura al municipio quien a través del organismo operador llevará a cabo la operación y mantenimiento. Durante la operación, la CFE en función de su programación ordenará la revisión de la línea al interior del fraccionamiento, practicando en caso necesario la poda del arbolado que interfiera con el cableado para mantener la línea en buenas condiciones. El suministro constante y la atención de fallas serán atribuciones de la CFE. El alumbrado público será instalado por el fraccionador; después de que la autoridad municipal reciba el fraccionamiento llevará a cabo la admisión de las cuotas por la operación y mantenimiento. Se llevarán a cabo las obligaciones de los usuarios señaladas en el Reglamento para el uso de los servicios públicos, para su cuidado y conservación.

Conforme a lo establecido en el Código Urbano y Reglamento de construcción del municipio, es responsabilidad del fraccionador hacer la entrega al Municipio de las calles, áreas de donación y áreas verdes, así como de la infraestructura de

servicios, para que en coordinación con los organismos operadores lleven a cabo la operación y mantenimiento de los servicios.

Durante la operación del proyecto se mantendrán libres de residuos las calles, hasta su entrega al municipio. Así mismo durante la vida útil se llevarán a cabo las obligaciones de los usuarios señaladas en el Reglamento de servicios públicos a fin de mantener la limpieza en las calles, áreas verdes y lugares comunes. A las áreas verdes, se considera realizar el mantenimiento dos veces por año, hasta su entrega al municipio, llevando a cabo el traslado de los residuos vegetales al relleno sanitario municipal.

Las actividades de operación, así como las de mantenimiento mayor, correrán a cargo de los organismos operadores (CFE, CEA, Municipio) a las que se hará la entrega para el cobro del servicio y su mantenimiento conforme a sus atribuciones.

### I.9.9. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

Se identifican como obras asociadas al proyecto los puntos de conexión para la provisión de los servicios de luz, alcantarillado y agua potable. Estos serán indicados y supervisados por las instancias correspondientes.

Sobre los derechos de infraestructura de la CEA, para la conexión a las redes para nuevos usuarios. Cuando no se cuente con la infraestructura general necesaria para la dotación de los servicios de agua potable y drenaje del nuevo fraccionamiento o desarrollo a incorporar a las redes, tomará a cuenta la incorporación de obras de cabecera, debiendo ser previamente autorizadas, luego supervisadas y recibidas de conformidad. Estos servicios se encuentran presentes en las colindancias del proyecto y con capacidad suficiente, por lo que bastará hacer el convenio respectivo para que realicen la supervisión de la infraestructura y las conexiones respectivas.

No se prevén más obras asociadas al proyecto debido a que el acceso es posible a través de la calle Michoacán cuyo mantenimiento está a cargo de la dirección de obras públicas del municipio de Jalpan de Serra. Las alineaciones y ampliaciones de las calles de acceso para las cuales se realiza la donación al municipio, serán por cuenta de la autoridad municipal a través de la Dirección de Obras Públicas.

Pueden considerarse como obras asociadas al proyecto las medidas de mitigación y compensación de impactos, dichas medidas se ejecutarán con las metodologías establecidas por actividad de la que se trate, descritas en los programas correspondientes (anexos).

### I.9.10. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

El abandono temporal del sitio, conforme a los alcances del proyecto, consistirá en el desmantelamiento de la bodega, el retiro del sanitario y los recipientes para la recolección de residuos sólidos, mismos que fueron instalados en la etapa de preparación del sitio y construcción y que forman parte de la infraestructura provisional para mitigar los impactos ambientales por la generación de residuos sólidos y sanitarios.

Durante el proceso constructivo se llevará a cabo el retiro de maquinaria desde el momento en que se vaya desocupando evitando que permanezca en el sitio; en esta etapa se retirará aquella que permanezca hasta el final de la obra. Los señalamientos de seguridad que se hayan colocado en la obra durante la construcción, serán trasladados al patio del contratista. Los letreros alusivos al cuidado de la flora y fauna colocados en la etapa de preparación del sitio y construcción se ha considerado dejarlos instalados en las colindancias del proyecto con el área forestal como fomento a su protección.

Aunque se pretende surtir solo la cantidad necesaria de material de construcción, al llevar a cabo el abandono se recogerán los escasos materiales sobrantes y escombros que se hayan generado durante la etapa de construcción. Se llevará a cabo la limpieza general del sitio.

La vida útil del proyecto se estima en un periodo de tiempo permanente (a perpetuidad) en el que no se contempla una etapa de desmantelamiento y abandono definitivo debido a que constituirá el patrimonio de sus habitantes. Al contrario, se prevé que durante la vida útil los propietarios lleven a cabo el mantenimiento de sus viviendas y la autoridad municipal y organismos operadores el mantenimiento de los servicios públicos conforme a sus atribuciones.

### I.9.11. GENERACIÓN MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

#### *I.9.11.1. Residuos sólidos*

Durante la ejecución de cualquier actividad pueden generarse residuos de todo tipo, derivados de la remoción de vegetación, excavaciones, demoliciones, embalajes, pedazos de metal, madera, plástico y residuos sólidos por la ingesta de alimentos.

***a) Residuos sólidos urbanos***

Los RSU son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en las actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la LGPGIR como residuos de otra índole.

El Programa Regional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, en relación a la Generación y caracterización de residuos sólidos urbanos reporta, con base en las proyecciones de la CONAPO, una generación per cápita de 0.486 kg/hab-día. Otro instrumento relevante para el conocimiento de la gestión integral de residuos es el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es realizado cada dos años y tiene un módulo especializado sobre la gestión de los RSU (Módulo 6 para el Censo de 2021). Se estima una cantidad de **generación per-cápita de 0.57 kg diarios.**

*Tabla 114 Base de cálculo: generación de residuos sólidos urbanos, por habitante por día en el municipio de Jalpan de Serra.*

| **Generación per cápita** | **kg** | **0.57** |
|---|---|---|
| Orgánicos | kg - hab | 0.258 |
| Inorgánicos valorizables | kg - hab | 0.127 |
| Inorgánicos confinados | kg - hab | 0.182 |
| Peligrosos | kg - hab | 0.003 |

Durante la etapa de preparación del sitio se considera la recolección de residuos sólidos urbanos que se encuentren tirados en la superficie de construcción y los que serán generados por parte de los trabajadores durante el proceso constructivo.

Los residuos por actividades de despalme, se consideran incidentalmente relacionados con los que se generan como producto de la actividad de la construcción ya que éstos se generarán en los trabajos preliminares para el acondicionamiento de terrenos o predios, sin embargo, no son parte de los residuos de construcción y demolición (RCD).

La clasificación de RSU a generarse en las viviendas durante la operación del proyecto se realizó conforme a la caracterización reportada en el Programa Regional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda.

*Tabla 115 Incidencia de los RSU generados en los municipios de la sierra Gorda*

| **Valorizables** | **22.22** |
|---|---|
| Pet | 2.77 |
| Plástico rígido | 2.17 |
| Papel | 4.88 |
| Cartón | 3.75 |
| Lata | 0.74 |
| Ferroso | 0.26 |
| Vidrio trasparente | 3.95 |
| Vidrio de color | 1.26 |
| Envase de cartón encerado | 2.44 |

| **Desechables** | **9.36** |
|---|---|

| **Sanitarios** | **20.77** |
|---|---|
| Pañal desechable | 9.8 |
| Papel y toalla sanitaria | 8.62 |
| Algodón | 2.35 |

| **Orgánicos** | **45.23** |
|---|---|
| Residuos alimenticios | 42.16 |
| Residuos de jardinería | 1.89 |
| Fibra dura vegetal | 0.01 |
| Madera | 0.17 |
| Hueso | 0.37 |
| Cuero | 0.63 |

| | |
|---|---|
| Poliuretano | 0.2 |
| Poliestireno expandido | 0.65 |
| Hule | 0.49 |
| No ferroso | 0.48 |
| Material de construcción | 0.34 |
| Envolturas | 1.77 |
| Bolsas | 4.42 |
| Otro desechable | 1.01 |

| **Otros** | **1.87** |
|---|---|
| Fibras sintéticas | 1.54 |
| Residuos finos | 0.33 |

| **Peligrosos** | **0.55** |
|---|---|
| Electrónicos | 0.48 |
| Pilas | 0.07 |

***b) Residuos de manejo especial (RCD)***

De conformidad con el **Reglamento de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Jalpan de Serra,** Qro, publicado en la Sombra de Arteaga el 19 de marzo de 2021; Son generadores de RME los que generen Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general (art. 39).

Residuos de manejo especial (Residuos de Construcción y Demolición): son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
Para estimar el volumen de RCD, se consultó la información del **Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción** quien a través de algoritmo relaciona la superficie de obra construida con un volumen de generación por unidad, a partir de observaciones de campo. El modelo de estimación considera la metodología identificada en Estudios Previos Relacionados con los RCD, incluyendo algunas modificaciones particulares en cuanto a los factores empleados.

Principales Materiales que Componen los Residuos de la Construcción y Demolición.
Se presenta una caracterización general de los materiales que componen los RCD, en la que se tomaron como base los parámetros porcentuales propuestos y los valores presentados en otras caracterizaciones de RCD. Donde los residuos provenientes del material de excavación, de concreto y de prefabricados, en conjunto representan cerca del 87% del total.

| Grupo | Subproducto | Porcentaje Incidencia |
|---|---|---|
| Material de Excavación | Material para Relleno. | 39 |
| Concreto | Concreto: Bases Hidráulicas, Concretos Hidráulicos, Adocretos, Adopastos, Bordillos, Postes de Cemento-Arena, Morteros. | 24 |
| | Asfalto: Carpetas Asfálticas. | 0.3 |
| Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos | Piedra, Block-Tabique, Tabicones Mortero, Adoquines, Tabicones, Tubos de Albañal, Mamposterías, Tabiques, Ladrillos. | 24 |
| Otros | Yeso, Muro Falso<br>Madera<br>Cerámica<br>Plástico<br>Metales<br>Lámina<br>Vidrios<br>Papel y cartón | 12 |
| RSU | RSU | |
| Residuos Orgánicos Producto de Despalme | Hojas, Ramas, Troncos y Raíces. | |
| | **Totales** | **100** |

Fuente: Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción

En la etapa de preparación del sitio para la construcción de las vialidades se generarán materiales arcillosos derivados de la excavación podrán ser trasladados prioritariamente a bancos de tiro para la restauración de las superficies aprovechadas y ofertarlos a los propietarios de terrenos urbanos como material de relleno.

El material de desperdicio derivado de la etapa de construcción del zanjeado para la introducción de las tuberías para el agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, podrá emplearse en la nivelación de las vialidades y los excedentes enviarse de igual manera a bancos de tiro.

Los desperdicios de materiales (ductos, pedazos de varilla, alambre y sacos de cemento) derivados de la construcción de pozos de visita y registros, serán clasificados y depositados en contenedores para su posterior traslado al centro de acopio del relleno sanitario municipal; los residuos de concreto y escombro serán mínimos y se depositarán en banco de tiro. Los materiales valorizables serán comercializados en centros de acopio local.

**Metodología para el cálculo de la Generación y Caracterización de los Residuos de la Construcción y Demolición.**

Tomando como base la metodología del **Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción**, se utiliza el algoritmo que se presenta a continuación:

$$G_{RC} = M_C * f_v * i * P_{RC}$$

Donde:

$G_{RC}$ = Generación de Residuos de la Construcción (Ton).

**$M_C$** = Superficie de Obra Construida ($m^2$).
$f_v$ = Factor de Volumen de Obra (0.85 $m^3/m^2$).
i = Porcentaje de Residuos de Construcción por $m^3$ (6.8%).
**$P_{RC}$** = Peso Volumétrico Promedio de RCD (1.5 ton/$m^3$).

**Observaciones y acotaciones de las actividades de construcción del proyecto consideradas para el análisis de información y cálculos.**

La **apertura de vialidades consistente en el corte, relleno, nivelación y compactación, con material producto de la excavación** se llevará a cabo en una superficie de **6,164.23 $m^2$**; sin embargo, esta actividad consiste en el movimiento de tierras buscando alcanzar una curva masa; es decir, aprovechar el material de excavación para construir terraplén, logrando una compensación total sin que exista sobrante o faltante de material, con las menores distancias posibles de transporte; reducir al mínimo los desperdicios provenientes de los cortes y los préstamos de material para construir los terraplenes. Se consideró un 10% aprox. de volumen residual **(369.85) $m^3$** de material pétreo sin abundamiento, ya que el resto de material será empleado en la formación de terraplenes.

**La Red de drenaje sanitario con tubería de PVC 12", incluye 20 pozos de visita de ladrillo equipados con brocal, escalones y tapaderas prefabricadas** comprende 815.01 ml (692.76 $m^2$ de construcción); sin embargo, se basa también en excavaciones, empleando material de la excavación en el relleno de las zanjas, aparte del material de banco para el acostillado, por lo tanto, se tendrá un volumen residual de **574.99 $m^3$** de material pétreo sin abundamiento. Son escasos los residuos de otro tipo de materiales derivados de la realización de esta obra.

**La Red de agua potable a ambos lados de la vialidad con tubería de PVC de 2", incluye 3 registros de válvulas** comprende 693.73 ml (381.55 $m^2$ de construcción), de igual manera se conoce con base en los cálculos de material excavado y utilizado en el relleno de zanjas que se tendrá un volumen residual de **159.14 $m^3$** de material pétreo sin abundamiento.

**La Red de luz eléctrica, incluye 26 postes de concreto,** es una actividad en la que se emplean materiales de elevado valor, por lo que se obtienen en las cantidades exactas a emplear evitando desperdicios y debe ser ejecutada por personal profesional. La superficie de construcción es aérea por lo tanto se considera únicamente el volumen residual del material obtenido de excavaciones de las cepas siendo de **4.42 $m^3$** de material pétreo.

Para la conversión de $m^3$ a toneladas de material de corte y excavación, se emplea el volumen residual de las obras (sin abundamiento) relacionado con el peso del suelo en el área del proyecto 1.677 t/$m^3$ determinado para suelo igual al presente en el área de estudio.

Se esta manera se obtuvo el cálculo de residuos de material pétreo en las obras donde predomina la excavación sobre las construcciones. Cabe señalar que estos materiales comúnmente se extienden sobre la superficie de la vialidad (terracería) y se compactan, pero al respetar los niveles de subrasante de las vialidades se considera enviar los RCD a banco de tiro.

*Tabla 116 Cálculo de los residuos de manejo especial de excavaciones*

| OBRA | Volumen residual producto de excavaciones ($m^3$) | Peso del material residual (ton) |
|---|---|---|
| Apertura de vialidades | 369.85 | 620.24 |
| Zanja para Red de drenaje sanitario | 574.99 | 964.26 |
| Zanja para Red de agua potable | 159.14 | 266.88 |
| Cepas para postes de luz | 4.42 | 7.42 |
| Obras de regulación pluvial | 0.00 | 0.00 |
| **TOTAL** | 1108.41 | 1858.80 |

Considerando el volumen estimado de construcción de viviendas (19,500 $m^2$) se lleva a cabo el cálculo de residuos a generar con base en la formula sugerida por la **Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción**, para el resto de actividades en las que los residuos se componen de materiales diversos.

*Tabla 117 Cálculo de los residuos de manejo especial derivados de la construcción*

| **Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Superficie de obra construida | | 19500.00 | $m^2$ | Resultados | |
| Factor de Volumen de Obra | | 0.85 | $m^3/m^2$ | 16575.00 | $m^3$ |
| Porcentaje de Residuos de Construcción por $m^3$ | | 6.80 | % | 1127.10 | $m^3$ |
| Peso volumétrico promedio de RCD | | 1.5 | $ton/m^3$ | 1690.65 | ton |
| **GRUPO** | **SUBPRODUCTO** | **%de incidencia** | **% de residuos de construcción por $m^3$** | **Peso volumétrico de los Residuos (Ton)** | |
| Material de excavación | Material para relleno | 39 | 2.652 | 659.35 | |
| Concreto | Concreto; Bases hidráulicas, Concretos hidráulicos, Adocretos, Adopastos, Bordillos, Postes de cemento, Arena, Morteros. | 24 | 1.632 | 405.76 | |
| | Asfalto: Carpetas asfálticas | 1 | 0.068 | 16.91 | |
| Elementos mezclados prefabricados y pétreos | Piedra, Block, Tabique, Tabicones, Mortero, Adoquines, Tubos de albañal, Mamposterías, Tabiques, Ladrillos | 24 | 1.632 | 405.76 | |
| Otros | Yeso, muro falso Madera, Cerámica, Plástico, metales, | 12 | 0.816 | 202.88 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lámina, vidrios, Papel y cartón | | | |
| Residuos orgánicos producto del despalme | Hojas, Ramas, Troncos y raíces | | | |
| **Total estimado** | | **100.00** | **6.80** | **1,690.65** |

La remoción de vegetación y el despalme del área de construcción generará residuos vegetales y suelo con contenido de materia orgánica (mantillo); se prevé aprovechar parte del volumen en el mejoramiento de las áreas verdes y los excedentes enviarlos a un banco de tiro.

Se generarán Residuos Sólidos Urbanos (RSU), como parte de las actividades que se realizan, no considerados como parte de los residuos de construcción y demoliciones (RCD), por lo que no deberán mezclarse. Se deberá cumplir, por lo tanto, con los ordenamientos en materia municipal para la separación, transporte y disposición, en un relleno sanitario para los residuos (RSU) y disposiciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003.
Los residuos sólidos, generados por la ingesta de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores, serán recolectados a través de contenedores de plástico colocados en el sitio de trabajo, que permitan separarlos y ponerlos a disposición del camión recolector de basura del ayuntamiento de Jalpan de Serra para su traslado al relleno sanitario, o trasladados por personal del proyecto hacia el relleno sanitario, evitando su dispersión.

### *c) Residuos peligrosos*

Los residuos peligrosos son de competencia Federal y por lo tanto no son parte del Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición (PMRCD), no obstante, dada la posibilidad de que en el proceso de demolición o de construcción se tenga presencia de residuos peligrosos, estos deberán ser debidamente identificados y separados y darles el manejo que prevé la Ley mediante la contratación de empresas de servicio autorizadas.

Residuos peligrosos, que en función de sus volúmenes deberá ser motivo de reporte a PROFEPA y de la separación y manejo ya mencionados, de conformidad con la NOM-052-SEMARNAT- 2005.




Una característica de los Residuos de la construcción es la existencia de residuos peligrosos entre su composición, algunos de estos se conforman por lubricantes

usados como desmoldantes en la madera, restos de pinturas, solventes usados, los materiales y recipientes que contuvieron estos residuos como estopas, filtros, latas y algunos otros como materiales que contienen asbesto, como planchas de fibrocemento y pisos de vinilo. **La generación de RP de la construcción, dependen del origen de los residuos, del tipo y la magnitud de la obra**.

- **Uso de sustancias peligrosas**

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

En el proceso constructivo del proyecto, se utilizarán sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente tóxicas e inflamables (aceites y combustibles) empleados en la maquinaria. Son considerados como residuos peligrosos por su efecto al ambiente, en caso de derrames en el suelo y agua. Su separación, manejo y disposición se llevará a cabo como se especifica en el apartado y programa correspondiente.

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada en el DOF el 23 de junio de 2006; señala que los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen. Por lo tanto, en esta Norma se establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

**CÓDIGOS DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS (CPR)**

| Características | Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR) |
|---|---|
| Corrosividad | C |
| Reactividad | R |
| Explosividad | E |
| Toxicidad | T |
| Ambiental<br>Aguda<br>Crónica | Te<br>Th<br>Tt |
| Inflamabilidad | I |
| Biológico-Infeccioso | B |

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra “M”.

*Tabla 118 Estimación de sustancias peligrosas a emplear en la construcción del proyecto*

| Nombre comercial | nombre técnico | CAS | Estado físico | Tipo de envase | Etapa o proceso en que se emplea | Cantidad de uso mensual | Características CRETIB | | | | | | IB | IDLHs | TLVs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | C | R | E | T | I | B | | | |
| **Gasolina** | Gasolina | 86290-81-5 | Liquido | NA | Transporte y equipos menores | 300 lts | | | SI | | SI | | X | SI | 300ppm |
| **Diésel** | Diésel | 68334-30-5 | Liquido | NA | Maquinaria | 800 lts | | | | | SI | | X | | |
| **Aceite para motor** | Aceite para motor | 8008-20-6 | Líquido | Plástico | Maquinaria | 100 lts | | | | SI | | | | | |
| **Envases de pinturas** | Solventes | | Sólido | Plástico, Metal | Construcción | 5 kg | | | | SI | SE | | | | |

CAS: Chemical Abstract Service
CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-Infeccioso.
IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Inmmediately Dangerous of Life or Health)
TLV: Valor límite del umbral (Threshold Limit Value)

Es importante mencionar que el grado de peligrosidad de estas sustancias aumenta conforme aumenta la cantidad de manejo o de almacenamiento, sin embargo, **no se propone su almacenamiento en la superficie del proyecto**.

Durante la construcción, las cantidades de combustible a emplear serán para la operación de maquinaria y vehículos. La maquinaria pesada ingresará con el tanque lleno, pero será necesaria la recarga de Diésel en el sitio; por lo tanto, será abastecido con carro-tanque o despachadores especiales, llevando a cabo las precauciones necesarias para evitar derrames como se señala en el Plan de manejo de combustibles y atención a derrames (anexo). Los camiones de volteo cargarán combustible en las estaciones de servicio, evitando realizarlo en el sitio del proyecto.

Los vehículos que emplean gasolina serán abastecidos en las estaciones de servicio de la región. En actividades para la preparación del sitio y construcción, los equipos que emplean gasolina como son: motosierra, demoledores y compactadores manuales; podrán ser abastecidos en el sitio de trabajo, mediante contenedores especiales con despachador, previniendo su derrame al suelo.

No se contempla el mantenimiento a la maquinaria en el sitio de trabajo, esta deberá ingresar con la afinación correspondiente y libre de fugas y derrames. Las reparaciones de maquinaria averiada, en la medida de lo posible se realizará en talleres establecidos, en caso contrario se evitarán derrames al suelo y se manejarán adecuadamente los residuos. Las medidas sobre el manejo y disposición de estas sustancias se describen en el apartado correspondiente.

Será importante contar con las hojas de datos de seguridad de estas sustancias en el sitio durante la etapa constructiva. Los residuos de manejo especial generados por las reparaciones en la maquinaria serán atendidos conforme al programa de manejo de combustibles y atención a derrames, anexo.

Los residuos peligrosos serán separados y manejados de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

- **Memoria de cálculo del volumen de residuos peligrosos a generar por el proyecto**

Se han hecho diversos estudios y estimación per cápita para los residuos sólidos urbanos, publicados por SEMARNAT y el INECC, para los RP y en específico los derivados de la construcción no se encontró información disponible, incluso la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción tampoco presenta un estimado de estos residuos por volumen de construcción.

A fin de realizar una estimación aproximada de los RP que se pudieran generar durante la etapa de construcción del proyecto, se tomó como referencia el documento "Ratios Nacionales. Generación de residuos de construcción y demolición", elaborado y editado por el Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, CGATE, conjuntamente con el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, CSCAE.

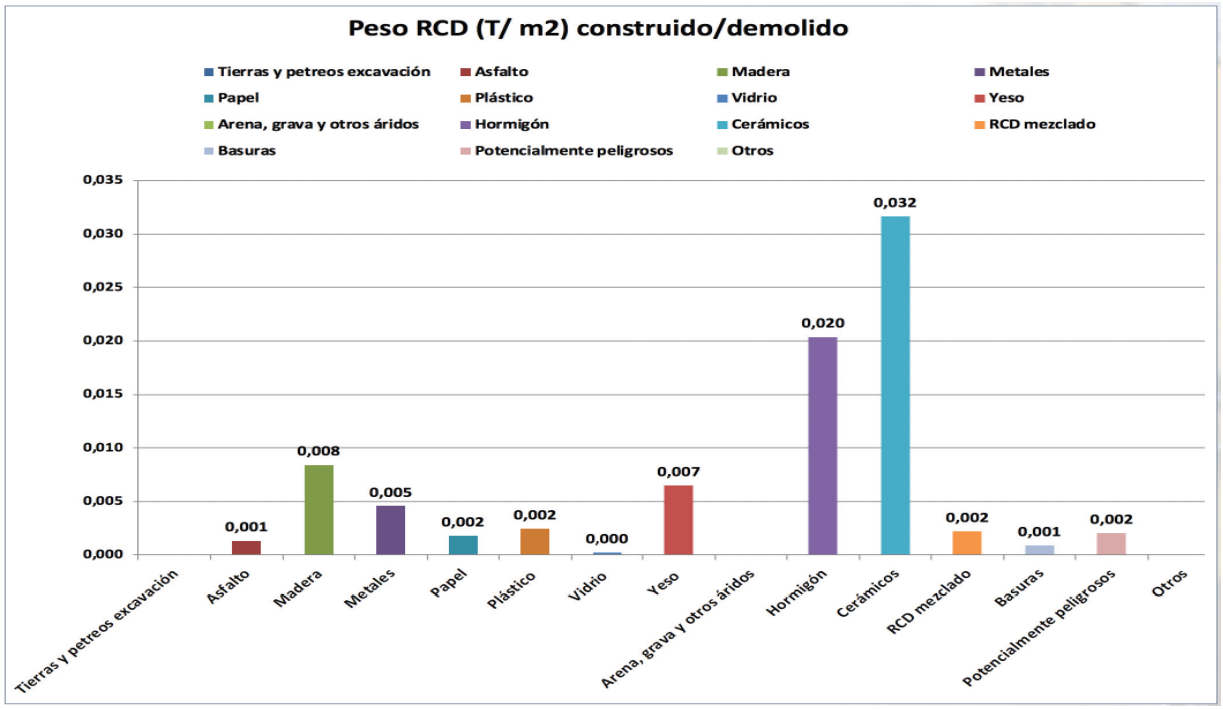



Ilustración 73 Ratios nacionales de generación de residuos de construcción y demolición (2020)
Fuente: CGATE y CSCAE

*Nota: Estos ratios, son orientativos y son, simplemente, una herramienta de ayuda para redimensionar y orientar la estimación de cantidades de residuos derivados de la construcción.*

A partir de dicha información se tiene que los residuos potencialmente peligrosos a generar en la construcción constituyen **0.002 tn por m$^2$ de construcción**. con este dato **se calcula y reporta el volumen a generar en la etapa de construcción del proyecto en la tabla correspondiente**.

| **Metros de construcción por vivienda promedio** | **250 m$^2$** |
|---|---|
| Número de viviendas | 78 |
| Volumen de construcción | 19,500 m$^2$ |
| Coeficiente de generación | 0.002 tn/m$^2$ |
| Volumen estimado de generación de RP | 39 tn |

Se proyecta la construcción de viviendas a realizarse en un periodo de 7 años por lo tanto de estima un volumen de generación de 5.57 tn anuales.
Se contempla la generación de residuos peligrosos derivados del mantenimiento correctivo de la maquinaria en el sitio de trabajo, debido a averías y derrames imprevistos. Serán responsabilidad de la contratista, quien deberá canalizarlos a través de un taller mecánico o una empresa responsable para su manejo, contratada previamente. En caso de un derrame accidental al suelo en el lugar de construcción, se removerá inmediatamente la parte afectada confinándolo temporalmente en depósitos herméticos y posterior entrega del material contaminado al taller o la empresa autorizada para su adecuado manejo. Al tratarse de derrames accidentales no se estima un volumen; sin embargo, en caso de que suceda se llevará a cabo el reporte en el informe de actividades (cumplimiento de condicionantes).

### *d) Volumen de residuos sólidos por tipo y etapa del proyecto*

A continuación, se presenta la tabla con los volúmenes potenciales de residuos sólidos (por tipo) a generar en el proyecto.

*Tabla 119 Origen y destino de los residuos sólidos generados por etapa del proyecto*

| **Tipo de residuo** | **Material del residuo** | **Volumen o cantidad aprox.** | **Descripción** | **Destino del material** |
|---|---|---|---|---|
| **PREPARACIÓN DEL SITIO** | | | | |
| **Residuos sólidos urbanos** | Plástico, cartón, papel y latas | 1.27tn/año | Generados el personal en el Área de trabajo anualmente. | Separación en recipientes plásticos rotulados; traslado a centros de acopio de residuos valorizables o sitio de transferencia del relleno sanitario para su reciclaje. |
| **Residuos de manejo especial** | Residuos vegetales producto del cambio de uso de suelo | 14.7tn | Residuos del desrame y troceo de la vegetación en la superficie de construcción | Postes para cercado y acordonado de material en áreas de reforestación y reubicación: Picado y dispersión en las áreas de restauración. |
| **Residuos de manejo especial** | suelos “Mantillo” | 610.26tn | Materiales excavados en la superficie de las vialidades (calles) dentro del área de urbanización. | Colocación del mantillo en las áreas verdes para mejoramiento del suelo; en caso de excedentes serán dispersos en el área de reforestación para protección del suelo. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Residuos peligrosos** | Estopas impregnadas, filtros, recipientes de aceites | 0.02tn | Materiales derivados del mantenimiento a las motosierras y maquinaria empleada en el despalme. | Entrega a una empresa autorizada para su manejo. |
| **CONSTRUCCIÓN** | | | | |
| **Residuos sólidos urbanos** | Plástico, cartón, papel y latas | 2.11tn/año | Generados por el personal que lleve a cabo las obras durante la vigencia del proyecto. | Separación en recipientes plásticos rotulados; traslado a centros de acopio de residuos valorizables o sitio de transferencia del relleno sanitario para su reciclaje. |
| **Residuos de manejo especial** | Tierra / choy Residuo de excavaciones | 1858.8tn | Excavaciones en la superficie para la nivelación de vialidades y zanjeado para la introducción de las tuberías de agua y drenaje sanitario. | Emplear al máximo el volumen de excavación. Excedentes serán depositados en banco de tiro. |
| **Residuos de manejo especial** | Materiales de excavación de obras civiles | 659.35tn | Derivados de las excavaciones de cimentación para la construcción de viviendas | Emplear al máximo el volumen de excavación. Excedentes serán depositados en banco de tiro. |
| **Residuos de manejo especial** | Concretos | 422.66tn | Desperdicios de materiales de construcción de la obra civil | Traslado por parte del generador al banco de tiro. |
| **Residuos de manejo especial** | Elementos premezclados prefabricados y pétreos | 405.76tn | Desperdicios de materiales de construcción | Traslado por parte del generador, al banco de tiro. |
| **Residuos de manejo especial** | Otros (Madera cerámica, plástico, metales, etc.) | 202.88tn | Desperdicios de materiales de acabados de la construcción. | Traslado por parte del generador al banco de tiro. Parte de los materiales (20% aprox.) son valorizables. |
| **Residuos peligrosos** | Lubricantes usados como desmoldantes en la madera, restos de pinturas, solventes usados, materiales y recipientes que contuvieron estos residuos como estopas, filtros, latas y algunos otros como materiales que contienen asbesto, como planchas de fibrocemento y pisos de vinilo. | 39.0tn | Desperdicios de materiales de construcción | Recolección separada para su entrega a una empresa responsable de su manejo |
| **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO** | | | | |
| **Residuos sólidos urbanos** | Orgánicos | 26.44tn | Generación anual en las viviendas del fraccionamiento durante la vida útil del proyecto | Recolección separada por el servicio de limpia municipal para traslado al área de confinamiento del relleno sanitario municipal |
| **Residuos sólidos urbanos** | Inorgánicos valorizables | 12.99tn | Generación anual en las viviendas del fraccionamiento durante la vida útil del proyecto | Recolección separada por el servicio de limpia municipal para traslado al área de transferencia del relleno sanitario municipal para su reciclaje y valorización. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Residuos sólidos urbanos** | Inorgánicos confinados | 18.71tn | Generación anual en las viviendas del fraccionamiento durante la vida útil del proyecto | Recolección separada por el servicio de limpia municipal para traslado al área de confinamiento del relleno sanitario municipal |
| **Residuos sólidos urbanos** | Peligrosos | 0.32tn | Generación anual en las viviendas del fraccionamiento durante la vida útil del proyecto | Recolección separada por el servicio de limpia municipal para traslado al área especial en el Relleno sanitario |

El volumen de mantillo estimado a generar será cortado y cargado en camiones para su traslado durante la preparación del sitio. Parte de este material será empleado como mejorador del suelo en las áreas verdes del proyecto, acarreándolo y depositándolo temporalmente (no más de tres días) en las vialidades contiguas al área verde, en lo que se lleva a cabo su acomodo.

Los residuos peligrosos son de competencia federal y por lo tanto no son parte de los residuos de la construcción y la demolición (RCD), no obstante, dada la posibilidad de que en el proceso de demolición o de construcción se tenga presencia de residuos peligrosos, estos deberán ser debidamente identificados y separados y darles el manejo que prevé la Ley mediante la contratación de empresas de servicio autorizadas.

Se contempla la generación de residuos peligrosos derivados del mantenimiento correctivo de la maquinaria en el sitio de trabajo, debido a averías y derrames imprevistos; serán responsabilidad de la contratista el cual deberá canalizarlos a través de un taller mecánico o una empresa responsable para su manejo, contratada previamente. En caso de un derrame accidental al suelo en el lugar de construcción, se removerá inmediatamente la parte afectada conforme al plan de manejo de combustibles y atención a derrames, confinándolo temporalmente en depósitos herméticos y posterior entrega del material contaminado al taller o la empresa autorizada para su adecuado manejo.

Por tratarse de una obra destinada para viviendas unifamiliares, es indiscutible el adecuado manejo, separación y disposición de los residuos sólidos que se generarán durante su operación y mantenimiento, para ello se contempla la separación por parte de los generadores y posterior recolección por parte del servicio de limpia municipal, en apego a los reglamentos municipales.

### *I.9.11.2. Residuos líquidos*

Se prevé que no se generarán residuos líquidos durante la preparación del sitio y construcción con excepción de los derivados de las necesidades fisiológicas de los trabajadores. Para el manejo de aguas residuales sanitarias en las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalará provisionalmente en la superficie del proyecto un sanitario con biodigestor autolimpiable infiltrando las aguas tratadas.

El agua empleada en el lavado de herramientas de las obras de albañilería (construcción), no representa un potencial impacto ambiental; se empleará en el riego de superficies para evitar el levantamiento de polvos en la superficie de construcción.

El volumen de descarga de aguas residuales al sistema de drenaje durante la operación se calculó con base en el volumen de dotación de agua diaria al fraccionamiento, estimando un 80% de aguas residuales.

Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto las aguas residuales serán descargadas al colector sanitario y tratadas en la PTAR.

*Tabla 120 Origen y destino de los residuos líquidos generados por el proyecto.*

| Tipo de residuo | Material del residuo | Volumen o cantidad aprox. | Sitio de generación del residuo | Periodo de generación | Destino del material |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sanitarios** | Sólidos y líquidos sanitarios | 5 $m^3$ | Mantenimiento de biodigestor | Mensual durante la construcción de la infraestructura de servicios estimada a realizarse en 3 años | Las aguas residuales serán tratadas en el biodigestor, irrigando el suelo con los efluentes los cuales cumple como la NOM para su empleo en riego de áreas verdes, según especificaciones del fabricante. |
| **Sanitarios** | Líquidos sanitarios | 543.61 $m^3$ | Descargas domiciliarias | Mensual | Las aguas residuales serán conducidas en la red de drenaje y tratadas en la PTAR del municipio. |

### *I.9.11.3. Emisiones a la Atmósfera*

La generación de contaminantes a la atmósfera se asume como un escenario normal dentro de las zonas urbanas y vías de comunicación; principalmente por la movilidad urbana y particular, y por la actividad industrial.

**Emisiones por combustión de gasolina**

Para determinar la emisión directa de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero derivados del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles, se emplearon los factores de emisión señalados por el ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero publicado en el (DOF 03/09/2015); se aplican los siguientes factores de emisión:

Para el transporte vehicular independientemente de su peso vehicular bruto, uso y año modelo, incluyendo montacargas:

| Descripción | Factores de emisión | | |
|---|---|---|---|
| | CO2 (t/MJ) | CH4 (kg/MJ) | N2O (kg /MJ) |
| Diésel | 0.000074100 | 0.000003900 | 0.000003900 |
| Gasolinas | 0.000069300 | 0.000025000 | 0.000008000 |
| Gas natural | 0.000056100 | 0.000092000 | 0.000003000 |
| Gas licuado de petróleo | 0.000063100 | 0.000062000 | 0.000000200 |

**Emisiones por combustión de Diesel**

Se empleó la hoja de cálculo elaborada por personal de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, para estimar las emisiones contaminantes al aire a partir del consumo de combustibles fósiles. Está diseñada para que automáticamente se calculen las emisiones contaminantes por tipo de combustible, sólo es necesario ingresar el dato de la cantidad total de combustible utilizado en el periodo anual (u otro) y unidades solicitadas, en el caso del gas LP, diésel y combustóleo se debe reportar en litros, para el caso del gas natural se debe reportar en $m^3$ (tabla 2A) o en unidades de energía como Tera Joules, Giga Joules o Mega Joules (tabla 2B) tal y como se especifica en la factura de la empresa que lo distribuye. (se anexa hoja de cálculo).

**Referencia:**

1.- IPCC Revised 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Workbook, volume 2. Reference Manual, volumen 3.

## Preparación del sitio y construcción

Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se contempla el empleo de maquinaria pesada para las actividades de corte, carga y acarreo de materiales excavados y los procedentes de bancos de materiales para el relleno y compactación, suministro y colocación de materiales; por lo tanto, se generarán emisiones de contaminantes a la atmosfera por la combustión del Diesel.

Para el presente análisis se consideran los principales contaminantes por la quema de combustibles fósiles la maquinaria tipo a utilizar, se realizan los cálculos con rendimientos tomados de la página Web de la marca Caterpillar, además de considerar el consumo promedio de combustible.

*Tabla 121 Memoria de cálculo de emisiones de gases por combustión de Diesel durante la preparación del sitio y construcción.*

| Tipo de combustible | Equipo o área donde se utiliza el combustible | Densidad del combustible (kg/L) | Consumo total (L) | *Consumo total (kg) | Factor de emisión (IPCC, 2006[1]) | | | | **Emisión de contaminantes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | kg $CO_2$/kg combustible | kg CO/kg combustible | kg NOx/kg combustible | kg $SO_2$/kg combustible | tn $CO_2$ | tn CO | tn NOx | tn $SO_2$ |
| **Gas LP** | | **0.54** | | 0.00 | **3.03** | **0.0043** | **0.0088** | **0.0002016** | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| **Combustóleo** | | **0.98** | | 0.00 | **3.2** | **0.024190** | **0.0076** | **0.0418026** | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| **Diesel** | Despalme | **0.89** | 1,349.64 | 1,201.18 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 3.8294 | 0.0088 | 0.0068 | 0.0133 |
| **Diesel** | Apertura de calles | **0.89** | 2,626.96 | 2,337.99 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 7.4535 | 0.0172 | 0.0133 | 0.0259 |
| **Diesel** | Drenaje | **0.89** | 2,689.71 | 2,393.84 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 7.6316 | 0.0176 | 0.0136 | 0.0265 |
| **Diesel** | Agua potable | **0.89** | 742.27 | 660.62 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 2.1061 | 0.0049 | 0.0038 | 0.0073 |
| **Diesel** | Pavimentación | **0.89** | 419.20 | 373.08 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 1.1894 | 0.0027 | 0.0021 | 0.0041 |
| **Diesel** | Vivienda | **0.89** | 435.76 | 387.83 | **3.188** | **0.00735** | **0.00568** | **0.0110784** | 1.2364 | 0.0029 | 0.0022 | 0.0043 |
| **Subtotal** | | | **8,263.54** | | | | | | **23.4463** | **0.0541** | **0.0418** | **0.0815** |

*Multiplicar la densidad por el consumo total en litros.

***Multiplicar el consumo total en kilogramos por el factor de emisión en las unidades señaladas.

Adicionalmente se considera el uso de un vehículo pick up para la supervisión del proyecto mediante el cual se lleve a cabo el traslado de personal, materiales y residuos durante las diferentes etapas del proyecto en los días laborales por año.

| ***Vehículo de supervisión*** | ***1*** | |
|---|---|---|
| Distancia recorrida diario promedio | 15 | Km |
| Rendimiento promedio | 10 | Km/L |
| Consumo de combustible diario promedio | 1.5 | L |
| Periodo de emisión (anual) | 261 | días |
| Consumo de Gasolina total de vehículos | 391.5 litros | 13311 MJ |

*Tabla 122 Emisiones de contaminantes por combustión de gasolina (anual) durante la preparación del sitio y construcción del proyecto*

| **Factores de emisión** | **CO2 (Tn/MJ)** | **CH4(kg/MJ)** | **N2O (kg/MJ)** |
|---|---|---|---|
| | 0.0000693 | 0.000025 | 0.000008 |
| Emisión en kg/año | 922.4523 | 0.332775 | 0.106488 |
| Emisión de contaminantes vehículo utilitario en Tn/año | **0.9225** | **0.0003** | **0.0001** |

*Tabla 123 Total de emisiones a generar en las etapas de preparación del sitio y construcción*

| **Tipo de combustible** | **Etapa del proyecto** | ****Emisión de contaminantes** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **tn $CO_2$** | **tn CO** | **tn NOx** | **tn $SO_2$** | **tn CH4** | **tn N2O** |
| Diesel | Preparación del sitio | 3.8294 | 0.0088 | 0.0068 | 0.0133 | 0.0000 | |
| Gasolina | Preparación del sitio | 0.9225 | | | | 0.0003 | 0.0001 |
| Diesel | Construcción | 19.6169 | 0.0452 | 0.0350 | 0.0682 | 0.0000 | 0.0000 |
| Gasolina | Construcción | 2.7674 | | | | 0.0010 | 0.0003 |
| **Total de emisiones (tn)** | | 27.1361 | 0.0541 | 0.0418 | 0.0815 | 0.0013 | 0.0004 |

En el caso de emisiones de gasolina se estima un periodo de tres años conforme al calendario de ejecución de las obras con acarreo de materiales y bajo supervisión constante de la contratista; del año 4 al año 10 mayormente se considera la construcción de viviendas, eliminando el uso del vehículo utilitario.

Se estima en la preparación del sitio y construcción, la generación de 27.1361 tn de dióxido de carbono (CO2); 0.0541 tn de monóxido de carbono (CO); 0.0418 tn de óxidos de nitrógeno (NOx); 0.0815 tn de Dióxido de azufre (SO2); 0.0013 tn de Metano (CH4) y 0.0004 tn de Óxido nitroso (N2O).

**Operación y mantenimiento**

En la **etapa de operación y mantenimiento** se tendrá una afluencia vehicular frecuente de los habitantes, proveedores de mercancías y proveedores de servicios, por lo que seguirán emitiéndose a la atmosfera contaminantes derivados del escape de los vehículos.

La Ley General de Cambio Climático contempla la Reducción de emisiones en el Sector Transporte y **propone a las autoridades elaborar e instrumentar planes y programas de desarrollo urbano que comprendan criterios de eficiencia energética y mitigación de emisiones directas e indirectas**, generadas por los desplazamientos y servicios requeridos por la población, como el uso del trasporte urbano.

De conformidad con el censo de población y vivienda (2020), en el municipio de Jalpan de Serra respecto a la disponibilidad de bienes, **solo el 47.5% de las viviendas disponen de un vehículo.** Por lo cual se esperaría que aproximadamente 19 de las 78 viviendas que componen el fraccionamiento cuenten con un vehículo. Sin embargo, considerando un **escenario crítico** sugerido por la SEMARNAT, se lleva a cabo la proyección de las emisiones atmosféricas para un total de 78 vehículos (UNO por vivienda); considerando que se puede estar sobreestimando el volumen de emisiones en la etapa operativa.

Se presenta entonces la **memoria de cálculo** para estimar las emisiones de contaminantes durante la operación derivadas de la circulación de **vehículos particulares** de los habitantes, **cuando el fraccionamiento se encuentre al 100% de su capacidad** (78 viviendas habitadas).

Para la **etapa de operación** se considera un vehículo por vivienda (78 vehículos), una distancia promedio de desplazamiento de 10 km diarios que equivalen aproximadamente 4 transectos desde el fraccionamiento hasta el acceso a los servicios de salud, comercio, educación, deporte, principalmente.

| | | |
|---|---|---|
| ***Vehículo de supervisión*** | *78* | |

| | | |
|---|---|---|
| Distancia recorrida diario promedio | 10 | Km |
| Rendimiento promedio | 10 | Km/L |
| Consumo de combustible diario promedio | 1.00 | L |
| Periodo de emisión (anual) | 365 | días |
| Consumo de Gasolina total de vehículos | **28,470 litros** | 967980 MJ |

*Tabla 124 Emisiones anuales de vehículos particulares en la operación del fraccionamiento*

| **Factores de emisión** | **CO2 (Tn/MJ)** | **CH4(kg/MJ)** | **N2O (kg/MJ)** |
|---|---|---|---|
| | 0.0000693 | 0.000025 | 0.000008 |
| **Emisión en kg/año** | 67081.014 | 24.1995 | 7.74384 |
| **Emisión de contaminantes vehículos particulares en Tn/año** | **67.0810** | **0.0242** | **0.0077** |

Respecto al Registro Nacional de Emisiones RENE de la SEMARNAT, los diferentes sectores deberán reportar obligatoriamente sus emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero de todas sus instalaciones cuando excedan las 25,000 toneladas de $CO_2$ equivalente ($CO_2e$):

- Energía
- Industria
- Transporte
- Agropecuario
- Residuos, y
- Comercio y Servicios

a. Subsector construcción:
a.1. Edificación residencial;
Al respecto el proyecto tiene su volumen de emisión anual por la edificación residencial, por debajo del límite establecido; **por lo que queda exento de reporte**.

Además, el promovente no encuadra en el subsector de la construcción sujeto de reporte, ya que se subcontratarán los servicios a terceros para la urbanización. La construcción de las viviendas en la mayoría de los casos es autoconstrucción, mayormente de forma manual y en su defecto se subcontratan los servicios de arquitectos dedicados a la construcción o maquinaria para ciertas actividades; se solicitará que los proveedores del servicio estén en regla con la presentación de reportes a los que se refiere la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento, presentando las evidencias correspondientes.

**La circunstancia que mitiga las emisiones de los vehículos particulares es que en el estado de Querétaro todos los poseedores de vehículos deben cumplir con la verificación de emisión de contaminantes, obligándose a darles mantenimiento y reducirlas considerablemente.**

Para mitigar el impacto de las emisiones de vehículos particulares, se lleva a cabo el pago del impuesto en la gasolina, el mantenimiento a los autos de manera regular, ya que así se generan menos emisiones de CO2; contar con la verificación vehicular

correspondiente como lo establece la normatividad para su mitigación por cada propietario; uso prioritario del transporte público y se mantendrán las áreas verdes de los lotes y del fraccionamiento.
El polvo se valora como un riesgo ambiental por la dispersión principalmente hacia la vegetación y vialidades durante el transporte. La forma de evitar o reducir la dispersión de polvo será cubriendo con lonas los vehículos de transporte de materiales finos, además de regar frecuentemente los caminos de acceso.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se garantizará el perfecto estado de cada máquina o equipo; a través de la revisión de rutina a fin de mitigar ruidos y vibraciones. La motosierra es el equipo que podrá generar un ruido considerable, por lo tanto, el operador contará con el equipo de protección auditiva. El uso de motosierras será por un periodo corto, solo para el corte de arbolado maderable.

Para minimizar la emisión de contaminantes atmosféricos, los vehículos y equipos que se empleen cumplirán con las normas NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017 que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina y diésel como combustible; además, de la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, abordadas en el apartado correspondiente.
Se puede decir que la duración de dichas emisiones a la atmósfera es fugaz ya que el uso de las máquinas y equipo que las producen es ocasional; en todo caso, se evitarán las actividades cuando se promueva su dispersión por la presencia de fuertes ráfagas de viento hacia el asentamiento humano que colinda con el proyecto y en horas de descanso de la población.

Para la maquinaria de construcción no son aplicables las normas de calidad del aire. Para los vehículos de transporte que emplean gasolina se tomarán en cuenta los límites máximos permisibles y las medidas de prevención y mitigación de impactos previstas en las NOMs aplicables en la materia, descritas en el apartado correspondiente.

### I.9.12. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

De conformidad con el **Reglamento de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Jalpan de Serra,** Qro, publicado en la Sombra de Arteaga el 19 de marzo de 2021; son generadores de RME los que generen Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general (art. 39).

Es obligación de la autoridad municipal, a través del director de desarrollo urbano y obras públicas municipales en coordinación con el titular de servicios públicos municipales establecer sitios específicos para la descarga de residuos de la

construcción, mantenimiento y demolición en general y dar a dichos residuos la debida difusión entre los potenciales generadores (art 42).

Es obligación del director de Servicios Públicos Municipales, establecer junto al relleno sanitario municipal áreas para la descarga de residuos orgánicos y elaboración de composta, así como para la descarga y selección de residuos susceptibles de aprovechamiento (art.30).

Queda estrictamente prohibida la descarga de residuos peligrosos en el relleno sanitario, así como la descarga de residuos de manejo especial que no hayan sido sometidos a consideración por la dirección de servicios municipales (art.37, 50 fracc. inciso XII).

- **Residuos sólidos urbanos**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se colocarán un par de contenedores de plástico, rotulados con leyendas de residuos orgánicos e inorgánicos respectivamente, con un volumen de 200lt cada uno, suficiente para su colecta semanal. Estos botes serán colocados estratégicamente en el sitio habilitado en la entrada al proyecto, los botes permanecerán tapados para evitar que la fauna silvestre pretenda alimentarse de los residuos y permanecerán fijos para evitar que se volteen y se dispersen los residuos. Todos los días al concluir la jornada laboral las áreas deberán quedar libres de residuos.

Los botes semanalmente serán trasladados por el personal que designe el contratista hacia el relleno sanitario municipal. Los residuos reciclables valorizables serán entregados en alguno de los centros de acopio que existen en la localidad.

Durante las etapas de operación y mantenimiento (pposterior a la entrega - recepción), los residuos sólidos serán separados por tipo de material, en los contenedores de cada vivienda; para su entrega al servicio de limpia municipal.

- **Residuos vegetales producto del desmonte y despalme**

Aunque el relleno sanitario tiene un área de compostaje, los residuos orgánicos producto del desmonte serán picados y dispersos en las áreas de reubicación y de reforestación para su integración al suelo; el mantillo producto del despalme será empleado en el mejoramiento del suelo de las áreas verdes del fraccionamiento y de las áreas de reubicación y reforestación.

El suelo excedente de las excavaciones durante la preparación del sitio, y que no puedan ser empleados en el mejoramiento de suelo en las áreas verdes, serán trasladados al banco de tiro autorizado.

Los materiales pétreos generados durante la excavación, en la medida de lo posible serán empleados en el proyecto para el relleno de superficies, reduciendo considerablemente su volumen. Los excedentes o materiales que no reúnan las características serán enviados al banco de tiro. Los escombros generados durante la etapa de construcción de infraestructura de servicios y viviendas, serán trasladados al banco de tiro, evitando constituir tiraderos clandestinos.

- **Residuos peligrosos**

Durante la etapa constructiva NO se generarán grandes cantidades de residuos de manejo especial o peligrosos; los aceites, lubricantes y refacciones serán manejados en el taller donde se realice el mantenimiento a la maquinaria y equipos, de acuerdo a lo establecido en las Normas y Reglamentos ambientales; aquellos generados en el sitio de reposo de maquinaria y los derrames accidentales, en caso de generarse, serán dispuestos en recipientes rotulados para su entrega al taller con el que se establezca el convenio o una empresa autorizada, para su adecuada gestión.

- **Residuos sanitarios**

En el biodigestor con el que sea equipado el sanitario para los trabajadores del proyecto se llevará a cabo el tratamiento de los residuos, infiltrando sus efluentes a las áreas verdes del proyecto y empelando los lodos en el mejoramiento del suelo de las áreas verdes.

Durante las etapas de operación y mantenimiento, las descargas de aguas residuales sanitarias serán dispuestas en la red de drenaje del fraccionamiento para su tratamiento en la PTAR municipal.

Por lo antes expuesto, NO se considera la construcción de infraestructura para el manejo de residuos, adicional a la ya contemplada y necesaria para la operación del proyecto.

# CAPITULO II - . VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| **II.1.** LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE | **Artículo 28.** La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría. | El proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental, por los supuestos señalados en esta ley y que son correspondientes con la actividad que se pretende siendo los siguientes:<br><br>VII Cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en zonas áridas.<br>XI Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.<br><br>El proyecto pretende la Urbanización del predio al interior de los límites previstos para el crecimiento urbano, conforme al PDUCPJS en el municipio de Jalpan al interior del ANP Federal Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Se contempla llevar a cabo el CUSTF en el 93.36% de la superficie del proyecto, en vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; |
| | **Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. | La Manifestación del impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría la obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo.<br><br>La elaboración de la manifestación de impacto ambiental se sujeta al contenido de esta Ley, en los supuestos antes señalados, y las regulaciones que en materia ambiental se señalan en los demás ordenamientos derivados de la misma, abordados en este capítulo. |
| **II.2.** REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | **Artículo 5:** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental | El proyecto pretende la urbanización de la superficie propuesta, mediante la apertura de vialidades, introducción de infraestructura básica de servicios: luz eléctrica, agua potable, drenaje sanitario; la pavimentación de calles, división en lotes y la construcción progresiva de viviendas que constituyan el fraccionamiento “Mirador Campestre”, así como su operación y mantenimiento. El sitio se localiza en el ANP Federal Sierra Gorda de Querétaro, y su preparación implica la remoción de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en la superficie de construcción (93.36% de la superficie del proyecto). El |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | proyecto se somete a evaluación del impacto ambiental de carácter federal por encontrarse en los supuestos señalados en el REIA:<br>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:<br>S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. |
| | **Artículo 9o.-** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto, de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. | La manifestación se presenta en la modalidad particular, debido a que no cae en ninguno de los supuestos del Art. 11. |
| | **Artículo 14.-** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos. | La Manifestación de Impacto Ambiental contiene información del proyecto incluido en el supuesto señalado en el Reglamento (Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales); además se presenta a evaluación el Estudio Técnico Justificativo para la autorización del CUSTF.<br><br>En general y en lo particular el proyecto dará cumplimiento al contenido expreso en el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental señalado en el Capítulo III del REIA.<br><br>La presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P) se realizó conforme a lo que establecen las Leyes y Normas que regulan las obras y actividades propuestas; así mismo, aborda los diferentes apartados, apoyada en la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental. |
| **II.3.** LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE | **De la Zonificación Forestal**<br>**Artículo 49.** La Comisión deberá llevar a cabo la zonificación para efectos de planeación, con base en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos y en los programas de ordenamiento ecológico. En el Reglamento se determinarán los criterios, metodología y procedimientos para la integración, organización y actualización de la zonificación. | Con base en la cartografía de la CONAFOR, derivado del inventario Nacional Forestal y de Suelos la superficie total el del proyecto se localiza en la zona de Conservación y aprovechamiento restringido o prohibido IA; su clasificación es Áreas Naturales Protegidas.<br><br>Parte de la superficie del predio esta cartografiada como N/A por corresponder al área urbana de la cabecera municipal; sin embargo, sus límites no se encuentran plenamente definidos conforme al PDUCPJS. |
| | **Del cambio de uso del suelo en los Terrenos Forestales**<br>**Artículo 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren | Se contará con autorización en materia de cambio de uso en terrenos forestales respecto a la superficie descrita en el apartado correspondiente; se fundamenta el contenido señalado en el Reglamento. En esta MIA-P se presentan los análisis y conclusiones del ETJ y las medidas de mitigación propuestas para compensar las áreas afectadas por la remoción de vegetación forestal, además de las medidas para los impactos derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. | |
| | Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables | Se anexan a la presente manifestación de impacto ambiental los programas de: manejo de vegetación (rescate y reubicación de especies de flora); el Programa de conservación de suelos; Programa de reforestación; y el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Así mismo, se contemplan las acciones que se llevarán a cabo durante la ejecución del proyecto a fin de hacer compatible su implementación. |
| | **Artículo 96**. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley. | Se llevarán a cabo los informes de las actividades a las que se refiere el párrafo anterior ante la SEMARNAT, en los términos que señala el Reglamento, de manera independiente la presentación de los informes de cumplimiento de programa de vigilancia ambiental en materia de impacto ambiental. |
| | **Artículo 98.** Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento. | Se lleva a cabo el pago al FFM, de acuerdo a los montos calculados por la SEMARNAT en el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para una superficie de (2.7316 ha). |
| **II.4.** REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE | **Título Tercero de los procedimientos en materia forestal; Capítulo II Autorizaciones, Avisos y registros; Sección VI Cambio de uso de suelo en terrenos forestales.**<br>**Artículo 139.** Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría. | Se solicita autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En esta MIA-P se presentan los análisis del ETJ, efectuados a los elementos físicos y biológicos de la región ecológica y de la superficie forestal de proyecto como son: la pérdida del suelo (erosión potencial y actual); infiltración y recarga hidrológica; y la evaluación de diversidad de flora y fauna; conforme a las metodologías de cálculo exigidas por la Secretaría. Se anexan los programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas; en los términos solicitados en este instrumento normativo. |
| | **Artículo 145.-** La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el | Referente al destino de materias primas derivadas del cambio de uso del suelo no se prevé su transporte para transformación y/o |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. | comercialización, debido al escaso volumen que representan ya que se trata mayormente de especies arbustivas y escasos ejemplares arbóreos de bajo porte y diámetros delgados. Se propone su uso en el cercado de la reforestación y el picado y dispersión de ramas en superficies degradadas para su incorporación al suelo y prevenir su erosión. |
| **II.5. PLANES DE DESARROLLO NACIONAL, ESTATAL, MUNICIPAL**<br><br>II.5.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 -2030 | **EJE GENERAL 1 Gobernanza con justicia y participación ciudadana.**<br>**Objetivo 1.1. Sociedad democrática, participativa**<br>1.1.1 Impulsar los espacios y mecanismos de participación social a fin de involucrar a la población en los asuntos públicos para mejorar sus comunidades y su entorno. | El proyecto se vincula con los instrumentos de ordenamiento territorial y de desarrollo urbano, mismos que fueron sometidos a la consulta pública. |
| | 1.1.2 Fortalecer la gobernanza mediante mecanismos que atiendan las demandas ciudadanas y fomenten una sociedad más participativa e informada. | Durante la evaluación se solicitará la información complementaria en donde se incorporen las dudas que se viertan hacia el proyecto.<br><br>Durante la construcción y operación se vigilará el estricto cumplimiento de la normatividad y condicionantes establecidas. Se atenderán las visitas de inspección que tenga a bien realizar las dependencias en torno a las inconformidades de la población. |
| | 1.1.3 Promover espacios de liderazgo y decisión para que los grupos en situación de vulnerabilidad se integren a la cultura democrática del país. | Se establecerá el comité del fraccionamiento para el control y seguimiento de los reglamentos en materia de uso de los servicios y prevención de daños ambientales. |
| | 1.1.4 Ampliar el acceso a los medios públicos de información y divulgación, fortaleciendo la gestión documental y la administración de archivos para impulsar la participación ciudadana en la agenda pública. | Un extracto de la MIA-P se publica en el diario de amplia circulación en el estado para dar a conocer el proyecto a la sociedad civil. |
| | 1.1.7 Fortalecer las instituciones a través de la gobernanza territorial, la coordinación entre los tres órdenes de gobierno y la participación social y comunitaria. | El proyecto contempla los instrumentos normativos aplicables a las actividades que se pretenden desarrollar y se atienden las observaciones que para tal efecto emiten las dependencias con injerencia en el proyecto. |
| | **Objetivo 1.2 Promover los derechos huamnos**<br>1.2.1 Promover y garantizar la protección de los derechos humanos mediante políticas públicas focalizadas. | Se atiende lo señalado en las leyes, reglamentos de los tres niveles de gobierno, y se procura garantizar el derecho a un ambiente sano. |
| | 1.2.3 Garantizar el acceso pleno a la justicia, la verdad y la reparación a las víctimas de delitos y violaciones a sus derechos humanos, mediante una atención integral con perspectiva de género y la coordinación efectiva entre los tres órdenes de obierno. | Se contemplan las recomendaciones (No. 32/2018 y No. 37/2019) de la CNDH, para garantizar el derecho de los ciudadanos a un ambiente sano. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **EJE GENERAL 2: Desarrollo con bienestar y humanismo**<br>**Objetivo 2.2 Brindar atención integral a las personas en situación de vulnerabilidad**<br>2.2.3 Reducir el impacto de emergencias climáticas o sociales en el bienestar de personas y familias, fortaleciendo la gestión integral de riesgos para garantizar el ejercicio de sus derechos humanos. | En el proyecto no se prevé la ocurrencia de emergencias climáticas y riesgos. Se encuentra en una zona de baja vulnerabilidad al cambio climático. Se proponen medidas para mitigar los efectos a los factores ambientales por el CUSTF. Se localiza fuera de zonas de riesgos de acuerdo con el CENAPRED. |
| | **Objetivo 2.9 Garantizar el derecho a una vivienda adecuada y sustentable**<br>2.9.1 Coadyuvar con financiamiento en el desarrollo y construcción de vivienda adecuada, apoyando programas de vivienda popular y priorizando diseños, sistemas constructivos y materiales sustentables, asegurando su integración al ordenamiento territorial. | Los propietarios de los lotes al interior del fraccionamiento podrán adquirir este tipo de programas para la construcción de sus viviendas con materiales sustentables.<br>El proyecto se encuentra dentro del desarrollo urbano (vigente); contribuyendo así al ordenamiento territorial. |
| | 2.9.3 Fomentar la normatividad que promueva la oferta de suelo accesible y adecuado para vivienda, impulsando el acceso a entornos justos y adaptativos, y facilitando el acceso a programas de crédito accesibles para la compra de suelo y la ejecución de proyectos habitacionales. | El proyecto se establece en un uso urbano habitacional H2 (200 hab/ha), dentro de los límites del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, facilitando la provisión de los servicios y los trámites legales a los que haya lugar. |
| | 2.9.4 Promover la certeza jurídica para proteger el patrimonio de las personas mexicanas, mediante acciones que faciliten la escrituración de viviendas. | El proyecto al establecerse conforme al marco legal dará certeza a los adquirientes de lotes a diferencia de los asentamientos irregulares en la zona. |
| | 2.9.5 Mejorar el acceso, la calidad y la cobertura de las necesidades de vivienda adecuada, garantizando la diversidad de opciones para toda la población. | La ubicación del proyecto dentro del plan de desarrollo urbano permite el acceso y cobertura de los servicios básicos evitando impactos por la expansión de infraestructura. |
| | **Objetivo 2.10 Promover entornos públicos justos y adaptativos**<br>2.10.1 Dotar a la población mexicana de infraestructura para la movilidad y el transporte público que facilite el tránsito de personas y bienes de manera accesible, sostenible, segura y eficiente, priorizando la intermodalidad en sistemas urbanos y rurales. | El proyecto contará con vialidades internas (calles) pavimentadas, con las dimensiones señaladas por la autoridad municipal (calzada y banqueta) para una adecuada movilidad. |
| | 2.10.2 Colaborar en el diseño, construcción, renovación y ampliación de obras comunitarias y espacios urbanos con enfoque de género, infancia y pertinencia cultural, mejorando el entorno habitable y garantizando el acceso inclusivo a servicios artísticos, culturales, deportivos, turísticos y de esparcimiento, así como la mejora de servicios ambientales, con enfoque de seguridad, accesibilidad y habitabilidad. | El fraccionamiento contará con áreas verdes comunes para el esparcimiento. Se promoverá la participación de los usuarios en la preservación de las mismas. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | 2.10.3 Promover un ordenamiento territorial integral y sustentable que articule la gestión de riesgos de desastres, la integración armónica de los ámbitos rural y urbano, mediante procesos de planeación participativos para reducir las desigualdades socio-territoriales. | El proyecto se localiza al interior de los límites de desarrollo urbano y fuera de las zonas de riesgo. |
| | 2.10.4 Impulsar la construcción de infraestructuras sostenibles que mitiguen riesgos, fomenten la capacidad de respuesta de los territorios y contribuyan a la adaptación y mitigación del cambio climático, especialmente en zonas con mayores condiciones de vulnerabilidad. | Se llevará a cabo la construcción de obras para el control de escurrimiento pluvial, y medidas para mitigar el cambio climático y para preservar los servicios ambientales. |
| | **EJE GENERAL 3: Economía moral y trabajo**<br>**Objetivo 3.1 Dignificar la remuneración laboral de las personas trabajadoras.**<br>3.1.1 Fortalecer el poder adquisitivo de la población de menores ingresos mediante aumentos progresivos en los salarios mínimos. | Conforme al Tabulador de salarios por actividad, se llevará a cabo la remuneración a los trabajadores en el desarrollo del proyecto, y su incremento anual conforme a la disposición de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos. |
| | 3.1.2 Garantizar que la política de salarios mínimos incorpore perspectiva de género y justicia social, contribuyendo a reducir las brechas salariales de grupos históricamente discriminados, mediante monitoreo y evaluación. | De acuerdo al tipo de actividad que se trate, el proyecto integrará mujeres en la plantilla de trabajadores. |
| | **Objetivo 3.2 Promover el trabajo digno para todas las personas en edad laboral**<br>3.2.1 Promover mecanismos que aumenten la formalidad laboral para mejorar el bienestar de las familias mexicanas. | Se emplearán transportistas, centros de distribución de materiales de construcción, talleres, etc. laborando dentro de la formalidad. |
| | 3.2.3 Implementar medidas para prevenir y erradicar el trabajo infantil, y proteger a los adolescentes en edad permitida para trabajar en todo el país, asegurando los derechos de todos. | Los empleados del proyecto, sin excepción, serán mayores de edad. |
| | 3.2.7 Promover, apoyar y garantizar el cumplimiento de condiciones laborales centradas en la seguridad, salud y capacitación en los centros de trabajo, fomentando el desarrollo de competencias y habilidades, el conocimiento de los derechos laborales colectivos y el acceso a formación continua en el lugar de trabajo. | Se asignarán las actividades del proyecto en función de las capacidades del personal evitando accidentes y daños ambientales adversos. |
| | **Objetivo 3.7 Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional**<br>3.7.1 Incrementar la conectividad entre regiones para mejorar el acceso a comunidades aisladas y promover el desarrollo de centros poblacionales, económicos y | Las vialidades del proyecto contarán con las dimensiones señaladas en el reglamento (calzada y banqueta a ambos lados). |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | turísticos, integrando el ordenamiento territorial con criterios de movilidad sustentable, segura, accesible e incluyente, que contribuyan al bienestar regional, al comercio interno y transfronterizo, y al turismo. | |
| | 3.7.2 Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad. | Las vías de acceso al proyecto se encuentran al interior del desarrollo urbano, se evitan impactos viales en las principales vías. |
| | **Objetivo 3.8 Garantizar el acceso efectivo a telecomunicaciones e internet**<br>3.8.1 Promover proyectos para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones y la provisión de servicios, asegurando certeza jurídica, técnica y financiera, con el objetivo de ampliar la conectividad a toda la población. | El proyecto contempla la introducción de infraestructura para la provisión de servicios básicos (agua, luz y drenaje sanitario) a cargo del promovente. En la zona existen proveedores de servicios digitales (telefonía, internet y tv por cable) para contratación por parte de los propietarios. |
| | **EJE GENERAL 4: Desarrollo Sustentable**<br>**Objetivo 4.1 Fortalecer la seguridad y la soberanía energética**<br>4.1.2 Diseñar un plan de expansión del Sistema Eléctrico Nacional que garantice el suministro con producción nacional. | El proyecto cuenta con la factibilidad del servicio energético, llevando a cabo las instalaciones que eviten las caídas de tensión.<br><br>El proyecto será abastecido de energía eléctrica por el organismo operador CFE, la infraestructura para ello se construye por cuenta del fraccionador. |
| | **Objetivo 4.2 Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias**<br>4.2.3 Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental. | Se llevan a cabo medidas durante la etapa de construcción, como: evitar mantener encendidas las máquinas que se encuentren en reposo, evitando el consumo excesivo de combustibles. |
| | **Objetivo 4.3 Reducir las emisiones contaminantes**<br>4.3.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente. | Se proponen medidas como reubicación de flora y reforestación, para mitigar el cambio climático. |
| | 4.3.2 Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas. | Se atienden las recomendaciones de la CNDH (No. 32/2018 y No. 37/2019) en relación al cambio climático global y los derechos de los ciudadanos. |
| | 4.3.3 Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente. | Se llevará a cabo la gestión de los residuos, evitando que los residuos valorizables y reciclables lleguen al centro de confinamiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | 4.3.4 Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano. | Se contemplan las medidas para prevenir impactos al suelo, agua, aire y aumentar la resiliencia de los factores ambientales. |
| | 4.3.5 Desarrollar e implementar Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire en ciudades y zonas metropolitanas con alta contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire y la salud pública. | En el estado de Querétaro se lleva a cabo la verificación vehicular para reducir contaminantes, se vigilará que los vehículos durante la construcción cumplan con la verificación y los usuarios del fraccionamiento cumplan con dicha disposición. |
| | **Objetivo 4.4 Garantizar el acceso equitativo a la energía**<br>4.4.2 Garantizar el suministro de electricidad y combustibles a toda la población mediante mecanismos de ajuste de precios que aseguren su asequibilidad y estabilidad. | El proyecto se ubica en el desarrollo urbano con disponibilidad del servicio de energía eléctrica, la infraestructura para su distribución al interior del fraccionamiento forma parte de las actividades del proyecto. Las cuotas del servicio se establecen por parte del organismo operador a los usuarios. |
| | **Objetivo 4.5 Proteger y restaurar los ecosistemas naturales**<br>4.5.1 Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales. | Se llevan a cabo las medidas de mitigación y compensación de los impactos generados por la remoción de vegetación, mejorando las condiciones de superficies degradadas en la Región ecológica. |
| | 4.5.2 Fortalecer y ampliar la protección de los ecosistemas naturales mediante la consolidación y gestión efectiva de áreas naturales protegidas y otros esquemas de conservación, con especial atención a territorios indígenas. | El proyecto al ubicarse en el ANP cumple con lo establecido en su programa de manejo, evitando el deterioro ambiental. Se propone la reubicación de especies arbóreas y arbustivas, la reforestación con especies nativas y obras de conservación de suelos en superficies degradadas para aumentar su productividad. |
| | 4.5.4 Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente. | La reubicación de especies arbóreas y arbustivas, así como la reforestación son medidas para restaurar un ecosistema similar al sitio afectado con el CUSTF. |
| | 4.5.8 Armonizar e integrar los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico en la planificación territorial, para gestionar de manera sustentable la expansión de las fronteras agrícola y urbana. | El proyecto se localiza al interior del desarrollo urbano, cumple con el uso de suelo permitido (H2) y adopta medidas de conservación de los recursos naturales, en materia de ordenamiento ecológico. |
| | 4.5.9 Desarrollar instrumentos de planificación territorial con enfoques transversales de conservación ecológica, que mitiguen el impacto ambiental y la pérdida de biodiversidad derivados de las actividades productivas, la expansión de infraestructura y el crecimiento de los asentamientos humanos. | El proyecto se apega a lo establecido en el programa de manejo de la RBSG y la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Objetivo 4.6 Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático**<br>4.6.1 Garantizar el acceso asequible y equitativo al agua potable y su saneamiento mediante inversión en infraestructura y fomento del reúso, con prioridad en regiones con mayor vulnerabilidad climática o impacto por actividad humana. | El proyecto considera una inversión importante en infraestructura de agua potable, drenaje sanitario para el uso asequible de los recursos. |
| | 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo. | Se llevará a cabo un uso responsable del agua potable al interior del fraccionamiento; y un uso eficiente del agua (no potable) durante la construcción. |
| | 4.6.3 Modernizar y expandir la infraestructura de recolección, distribución y tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales para mejorar su calidad y promover su reúso sustentable. | El proyecto contempla la introducción de infraestructura de drenaje sanitario, y se obtendrá del organismo operador (CEA) la factibilidad para su conexión y tratamiento de aguas residuales. |
| | 4.6.4 Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad. | Se llevan a cabo medidas para proteger los recursos hídricos. |
| | 4.6.6 Ampliar los mecanismos de sanción y resarcimiento de aquellas prácticas que afecten la disponibilidad o la calidad del agua. | Durante todas las etapas del proyecto se llevará a cabo vigilancia para evitar prácticas inadecuadas que contaminen el agua superficial y/o subterránea. |
| | 4.6.7 Promover la gestión integrada de cuencas y acuíferos en proyectos de infraestructura, desarrollo urbano y ordenamiento territorial, para garantizar la sustentabilidad hídrica y reducir las desigualdades regionales en el acceso al agua. | El proyecto se lleva a cabo en un uso de suelo permitido conforme al PDUCPJS. Se obtendrá el informe técnico de incorporación para el suministro de agua potable. El suministro lo llevará a cabo la CEA, encargada de la gestión de las fuentes de abastecimiento.<br><br>El escurrimiento que intercepta el predio no constituye una ZF, de acuerdo con la opinión técnica de la CONAGUA; sin embargo, se preservará la vegetación en sus márgenes, para proteger el escurrimiento. |
| | **EJE TRANSVERSAL 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres**<br>**Objetivo T1.1 Impulsar la autonomía económica de las mujeres**<br>T1.1.1 Fortalecer el marco normativo e institucional para garantizar la inclusión económica de las mujeres en condiciones de igualdad y equidad, eliminando las barreras estructurales que perpetúan la pobreza y la violencia de género. | De acuerdo al tipo de actividad que se trate, el proyecto integrará mujeres en la plantilla de trabajadores. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | T1.1.3 Garantizar el derecho pleno y equitativo de las mujeres a la propiedad, el uso y acceso a tierras y bienes, mediante certeza jurídica, documentación adecuada y acceso equitativo a infraestructura, vivienda adecuada, recursos naturales y servicios básicos. | La disponibilidad de lotes y servicios que provee el fraccionamiento, se ofertarán a la población en general, sin distinción. |
| | T1.1.4 Asegurar el empoderamiento económico de las mujeres mediante la administración autónoma de sus recursos, la gestión equitativa de su tiempo, la inclusión financiera, el acceso a una movilidad segura e incluyente y la mitigación de riesgos para mejorar su bienestar. | |
| | T1.1.5 Promover la igualdad salarial y garantizar el acceso, contratación, participación, permanencia y promoción de las mujeres en el mercado laboral, eliminando estereotipos y prácticas sexistas para asegurar condiciones equitativas de trabajo. | De acuerdo al tipo de actividad que se trate, el proyecto integrará mujeres en la plantilla de trabajadores. |
| | **Objetivo T1.3 Garantizar la participación plena y sustantiva de las mujeres**<br>T1.3.1 Fortalecer el marco institucional y las políticas públicas para garantizar la participación sustantiva e igualitaria de las mujeres en todos los ámbitos de la vida pública y privada. | En la integración del comité del fraccionamiento se considera la participación de las mujeres. |
| | **Objetivo T1.4 Impulsar un cambio cultural con perspectiva de género**<br>T1.4.3 Fomentar la eliminación de actitudes y comportamientos sexistas que perpetúan las violencias de género, promoviendo un entorno de igualdad que permita la plena participación económica de las mujeres en condiciones de respeto y equidad. | Se vigilará entre los trabajadores del proyecto el respeto a las mujeres dentro del entorno laboral y fuera de él. |
| | **EJE TRANSVERSAL 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional**<br>**Objetivo T3.1: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas**<br>T3.1.1 Implementar la Ley General de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para asegurar su reconocimiento, respeto y ejercicio efectivo de sus derechos en el marco del ordenamiento jurídico nacional. | De conformidad con el Catalogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afroamericanas **https://catalogo.inpi.gob.mx/** no se localizan asentamientos de comunidades indígenas y afromexicanas en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, que resulten afectadas directa o indirectamente por las actividades del proyecto. |
| II.5.2. PLAN ESTATAL | **Eje rector 1. Salud y Vida Digna**<br>Reto 4: Reducir en 50% la pobreza extrema. | Durante la ejecución de las obras se generarán una serie de empleos temporales que beneficiarán a las personas de las colonias cercanas, coadyuvando así en la reducción de la pobreza extrema. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| DE DESARROLLO QUERETARO 2021-2027 | Reto 6: Pasar a los primeros 10 lugares en Calidad y Espacios de Vivienda. | Mediante la lotificación se generarán espacios idóneos para la construcción de viviendas unifamiliares, respetando los lineamientos que marca el Código Urbano.<br>Se proveerá de infraestructura para los servicios básicos necesarios (luz, agua, drenaje sanitario). Posteriormente se hará la entrega recepción a los organismos responsables para su operación y mantenimiento. |
| | Reto 7: Pasar a los primeros 10 lugares en Servicios Básicos en la Vivienda | |
| | Estrategia 1 Reducir las carencias sociales, la pobreza y la pobreza extrema. | Mediante la generación de empleos temporales se ayudará en el bienestar de las personas al tener un salario que les permita mejorar su calidad de vida y la de sus familias. |
| | Acción 14 Brindar apoyo para el acceso a una vivienda digna a todos los sectores de la población, principalmente a los segmentos más vulnerables. | El proyecto se realiza con el fin de que cualquier persona pueda adquirir un lote para la construcción de su vivienda, disminuyendo así el índice de hacinamiento y mejorando su calidad de vida y el de su familia. Se introducirá la infraestructura de servicios básicos para dignificación de la vivienda. |
| | **Eje rector 3. Economía Dinámica y Prosperidad Familiar; Objetivo 1 Fortaleza Económica e Integral.**<br>Reto 34: Estar en los primeros 5 lugares en formalidad de la Población Económicamente Activa. | El proyecto será una fuente de empleos temporales para los habitantes de las colonias y los asentamientos humanos cercanos a este, fomentando así la creación de más empleos en el estado. En el mediano y largo plazo, se prevé la generación de empleos por la construcción progresiva de las viviendas. |
| | Reto 35: Mantener a Querétaro en los primeros 3 lugares en la tasa de crecimiento anual de creación de empleos formales. | |
| | Estrategia 6: Propiciar las condiciones para la creación de nuevas fuentes de empleo y autoempleo formal. | Se generarán empleos temporales para las distintas actividades a realizar en la preparación del sitio y la introducción de infraestructura de servicios; pero al establecerse una nueva colonia también se propician los espacios para la creación de negocios locales como: tiendas de abarrotes, tortillería, farmacia, estética, etc., conforme a los giros que sean autorizados por la autoridad municipal. |
| | Acción 3: Procurar la vinculación de la oferta de servicios y productos locales con los sectores económicos, promoviendo el cuidado del medio ambiente. | Se prevé el consumo local de materiales y mano de obra, evitando largos desplazamientos que generen mayores emisiones a la atmósfera, e impactos por el crecimiento de la población flotante. |
| | Acción 13: Promover la creación de nuevas fuentes de empleo y autoempleo formal. | La generación de empleos temporales es un beneficio social y económico que viene de manera inherente con la implementación del proyecto. Así mismo, con la disponibilidad de espacios y la densidad de población. |
| | **Eje rector 4. Medio Ambiente e Infraestructura Sostenible**<br>Reto 43: Mantenerse en los primeros cinco lugares en la calificación con respecto a las calles, las avenidas, las carreteras y los caminos sin cuota. | El fraccionamiento contará con vialidades de acceso a los lotes, conectados a su vez con las calles de las colonias vecinas, las cuales tendrán las dimensiones especificadas en los lineamientos de la normatividad urbana para una movilidad eficiente; se llevará a cabo su pavimentación. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Estrategia 2: Promover la planeación urbana y coordinada a nivel municipal, metropolitano y estatal. | El polígono del proyecto se encuentra dentro del área normativa del Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Jalpan de Serra, en un uso de suelo Urbano habitacional con una densidad de 200 hab/ha, por lo que el proyecto es compatible con este instrumento de planeación. |
| | Acción 3: Promover el desarrollo urbano sustentable y el ordenamiento territorial, enfocados al equilibrio urbano, rural y ecológico. | Se contemplan medidas preventivas, de mitigación y compensación para mantener la corresponsabilidad ambiental en el desarrollo urbano. Se ocupará un terreno previsto para su urbanización, haciendo más eficiente la conexión a las calles y los servicios de agua, luz y drenaje, principalmente; evitando la afectación de superficies mayores para la introducción de servicios. |
| | Acción 4: Fomentar acciones para incrementar la densidad poblacional en las zonas urbanas del estado. | El desarrollo del proyecto se pretende en un predio de uso urbano en la cabecera municipal de Jalpan de Serra, en el estado de Querétaro, de manera que se aprovecha mejor la infraestructura de servicios. |
| | Acción 10: Ejecutar las obras de mantenimiento y rehabilitación de la red de calles, caminos y carreteras estatales. | Se llevará a cabo la urbanización, mediante la apertura de vialidades y la introducción de servicios. Se prevé su pavimentación de calles y banquetas, y mantenimiento de la infraestructura durante la operación del proyecto. |
| | Retro 44: Aumentar en 7,000 hectáreas la superficie protegida del estado. | El proyecto se localiza dentro del ANP Federal con categoría de Reserva de la Biosfera denominada Sierra Gorda, se atiende el Plan de Manejo respectivo. La superficie de cambio de uso de suelo se encuentra prevista para el desarrollo urbano y se llevan a cabo medidas de compensación por la remoción de vegetación forestal. |
| | Reto 45: Reducir la tasa de crecimiento de emisiones de $CO_2$ tendencial en un 8% para el 2027. | Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se utilizará maquinaria en perfectas condiciones y los vehículos de transporte de los materiales contarán con su verificación vehicular vigente. Se evitará mantener encendidas las maquinas que no se estén empleando. |
| | Estrategia 1: Transitar hacia una economía circular y baja en emisiones contaminantes. | El proyecto comprende medidas de prevención y mitigación para reducir las emisiones durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se llevará a cabo la separación de residuos sólidos urbanos para valoración de los materiales reciclables. |
| | Estrategia 2: Fortalecer y aplicar el marco regulatorio ambiental en Querétaro. | El proyecto se vincula con el marco regulatorio ambiental de los tres niveles de gobierno, abordados en este capítulo. |
| | Estrategia 3: Conservar el patrimonio natural del estado de Querétaro. | Se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para los impactos a la vegetación, fauna, agua y suelo por la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |
| | Acción 4: Consolidar el marco regulatorio y su aplicación para el cuidado del medio ambiente. | Se lleva a cabo la vinculación del proyecto con el marco regulatorio en materia ambiental en los tres niveles de gobierno. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Acción 5: Desarrollar, gestionar y dar seguimiento a un sistema de vigilancia de los impactos ambientales. | Se valoran los posibles impactos ambientales que se producirían por la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la construcción de las obras de urbanización (servicios y viviendas). Se propusieron las medidas tendientes a prevenir, mitigar y compensar dichos impactos ambientales. Se dará seguimiento al cumplimiento del plan de vigilancia ambiental. |
| | Acción 6: Establecer y gestionar un sistema de compensación de emisiones para el pago de servicios ambientales y ecológicos en las áreas naturales. | El proyecto se ubica en el ANP federal Reserva de la Biosfera Sierra Gorda; de acuerdo con la zonificación 2026 para el pago de servicios ambientales de la CONAFOR, el polígono no se encuentra dentro de alguna área de pago.<br>Se llevará a cabo una reforestación en 2.8 ha, como medida de compensación por la vegetación a remover en la preparación de sitio.<br>El proyecto no contempla la generación de gran cantidad de emisiones, sin embargo, se proponen medidas preventivas. |
| | Acción 8: Reducir la emisión de contaminantes al medio ambiente y preservar los ecosistemas. | Se dará cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones por el uso de maquinaria y vehículos en la etapa de preparación del sitio e introducción de infraestructura de servicios urbanos. |
| II.5.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO (2024-2027) JALPAN DE SERRA, QRO. | **EJE 1: ORDEN, SEGURIDAD Y CULTURA DE PAZ**<br>**Reto 1: Ser un municipio ordenado**<br>Acción 1: Actualización del Plan de Desarrollo Urbano | El proyecto se lleva a cabo conforme al PDUCPJS 2003, en un uso de suelo H2 siendo compatible con el plan de desarrollo urbano vigente. |
| | Acción 2: Gestión y promoción de programas de regularización de predios. | El proyecto se lleva a cabo con los trámites correspondientes para establecerse como un fraccionamiento regular desde su planeación. |
| | Acción 3: Diseño e implementación de un Plan de Movilidad en la cabecera municipal. | Se construirán calles pavimentadas acorde a las dimensiones señaladas por el reglamento. |
| | Acción 4: Construcción de ciclo vías, andadores y banquetas accesibles con materiales permeables. | En el momento requerido por la autoridad municipal se presentarán los proyectos ejecutivos de pavimentación de calles, para su revisión y aprobación. |
| | Acción 6: Digitalización y publicación de las zonas territoriales para brindar certeza a la población. | El proyecto se realiza con base en la zonificación primaria y secundaria el PDUCPJS 2003, a fin de ubicarse en el uso urbano permitido y compatible con la actividad que se pretende. |
| | **Reto 2: Tener una comunidad en paz con cultura cívica**<br>Acción 11: Campaña de difusión de reglamentos municipales vigentes. | Los reglamentos con los que se vincula el proyecto se encuentran disponibles en la plataforma digital del municipio de Jalpan de Serra, Qro. https://jalpan.gob.mx/cmmer/regulaciones.html |
| | **Reto 3: Garantizar la seguridad de nuestras familias**<br>Acción 15: Recuperación y operación de los módulos de seguridad en colonias y comunidades. | El proyecto no contempla la construcción de un módulo de policía, es un fraccionamiento abierto sin control de acceso. Sin embargo, se establecerá el comité de colonos para la sana convivencia y cuidado ambiental. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Acción 17: Elaborar un atlas de riesgo municipal como herramienta para fortalecer la seguridad. | Debido a que el municipio de Jalpan aún no cuenta con un atlas de riesgos municipal. El proyecto se vinculó con base en la información básica municipal de peligros naturales y antropogénicos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/ |
| | Acción 21: Establecer líneas de comunicación con representantes vecinales para mejorar la respuesta de la policía municipal. | Durante la operación del proyecto se integrará el comité del fraccionamiento, a fin de mantener el orden y contribuir con la vigilancia en coordinación con las autoridades municipales. |
| | **EJE 2: FAMILIAS CON CALIDAD DE VIDA**<br>**Reto 5: Tener niñas, niños y adolescentes en movimiento hacia el futuro**<br>Acción 16: Gestionar, rehabilitar, ampliar, mantener y equipar espacios deportivos. | El proyecto no contempla la rehabilitación de espacios deportivos, sin embargo, se encuentra cercano del deportivo el Volcán. |
| | **Reto 6: Crecer con educación, arte y cultura**<br>Acción 27: Crear, rehabilitar, reactivar, ampliar, mantener y equipar los espacios culturales | El proyecto no contempla este tipo de espacios, sin embargo, cuenta con superficies para áreas verdes, para el esparcimiento de los habitantes. |
| | **Reto 7: Impulsar la calidad en los espacios de vivienda.**<br>Acción 33: Reducir las carencias en materia de vivienda completa, ampliación, techos de loza y pisos firmes. | Se proveerá a costa del fraccionador la infraestructura para el suministro de agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica, los servicios serán proveídos por los organismos operadores. |
| | Acción 35: Promover el uso de enotecnias con programas de subsidio y bajo costo en las mismas. | Los dueños de lotes al interior del fraccionamiento podrán hacer uso de estos programas. |
| | **EJE 3: CRECIMIENTO ECONÓMICO PARA UN MUNICIPIO PROSPERO**<br>**Reto 8: Generar condiciones para la prosperidad de las familias**<br>Acción 7: Talleres de capacitación para el trabajo orientados a cubrir la demanda en la región y para el extranjero. | El proyecto empleará personal para las diferentes actividades en donde se capacitará en el desarrollo de habilidades para el desempeño de sus labores. |
| | **Reto 9: Reconocer nuestras vocaciones como municipio**<br>Acción 12: Promover y orientar la inversión de remesas a temas productivos que generen empleo. | El proyecto pondrá a disponibilidad lotes para la construcción de viviendas y se prevé un desarrollo económico en la industria de la construcción. |
| | Acción 17: Ampliación y fortalecimiento de servicios públicos, financieros y comerciales para la atracción del turismo. | El proyecto proveerá de infraestructura para el abasto de servicios públicos a los usuarios del fraccionamiento. |
| | **EJE 4: INFRAESTRUCTURA SOCIAL MODERNA Y SOSTENIBLE**<br>**Reto 10: Transformar colonias y comunidades**<br>Acción 1: Ampliación, rehabilitación y modernización de la red de alumbrado público en colonias y comunidades | El proyecto proveerá de infraestructura eléctrica al fraccionamiento, mediante la colocación de postes, alambrado y transformadores para evitar las caídas de tensión, así como la instalación del alumbrado público. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Acción 2: Urbanización de colonias y comunidades priorizando la infraestructura social de incidencia directa. | El proyecto consiste en la subdivisión del predio para la venta de lotes, e incluye su urbanización con la pavimentación de calles e introducción de redes de drenaje sanitario, agua potable y luz eléctrica, así como obras de regulación pluvial. |
| | Acción 3: Construcción de caminos, calles y banquetas con materiales permeables y diseños que promuevan la movilidad incluyente. | Se llevará a cabo la pavimentación de calles con piedra bola y entrecalle de concreto (pavimento permeable) la pavimentación de banquetas con concreto. |
| | Acción 4: Mantenimiento de infraestructura vial en arterias principales. | Durante la vigencia de la MIA-P se llevará a cabo el mantenimiento por parte del fraccionador, posteriormente por el municipio después de la entrega recepción de las áreas de donación. |
| | **Reto 11: Garantizar agua para el presente y futuro**<br>Acción 6: Sistemas de captación de agua para familias y comunidades que garanticen el abasto en temporada de sequía. | Se promoverá entre los adquirientes de lotes el almacenamiento y uso de agua pluvial; se obtiene factibilidad en el abasto de agua potable, conforme al informe técnico que emita la CEA. |
| | Acción 7: Gestión de plantas tratadoras y humedales | Las aguas sanitarias del fraccionamiento serán tratadas en la PTAR municipal. |
| | Acción 8: Promoción y capacitación a la ciudadanía en reutilización de aguas residuales. | Las aguas sanitarias durante la construcción serán tratadas en el biodigestor e infiltradas. |
| | Acción 9: Campañas en medios digitales sobre el cuidado del agua. | La CEA es la responsable de dichas campañas, el comité del fraccionamiento hará extensiva la información proporcionada por el organismo operador a los usuarios del fraccionamiento. |
| | Acción 10: Implementar programas de reforestación en zonas estratégicas de recarga de mantos acuíferos del municipio utilizando especies nativas de la zona. | El proyecto contempla la ejecución de un programa de reforestación en 2.8 ha, al interior de la región ecológica. |
| | Acción 11: Invitar a la comunidad y asociaciones al rescate de ríos, drenes y mantos contaminados (jornadas de limpieza) | El proyecto se localiza fuera del escurrimiento y sus márgenes. Se llevarán a cabo campañas de limpieza para mantenerlo libre de residuos. |
| | **Reto 12: Gestionar responsablemente nuestros residuos**<br>Acción 12: Reordenamiento y modernización del servicio de recolección de residuos. | Durante la construcción del proyecto se llevará a cabo la recolección separada, el traslado al relleno sanitario de los residuos no valorizables para su confinamiento.<br><br>Los residuos valorizables serán entregados en centros de acopio. Se llevará a cabo la separación de residuos al interior del fraccionamiento durante la etapa de operación y se acatarán las disposiciones del servicio de limpia municipal para la entrega al camión recolector. |
| | Acción 13: Campañas de concientización para la separación de basura. | Desde la etapa de construcción se llevará a cabo la recolección separada de residuos y la valorización de los mismos. Se mantendrá señalización alusiva en la superficie del proyecto. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Acción 14: Modernización de los procesos del relleno sanitario para aumentar su vida útil. | Únicamente los residuos sólidos no valorizables serán trasladados al relleno sanitario para su confinamiento, durante la construcción por parte del promovente y durante la operación por parte del servicio de limpia municipal. Todos los residuos valorizables serán enviados a centros de acopio. |
| | **Reto 13: Proteger y conservar nuestra biodiversidad.** Acción 15: Campañas de esterilización y vacunación en colonias y comunidades. | Se mantendrá un control de mascotas evitando ataques a la fauna silvestre. |
| | Acción 16: Campañas de limpieza en colonias y comunidades. | Se llevarán a cabo campañas de limpieza de vialidades y áreas comunes al interior del fraccionamiento. |
| | Acción 17: Talleres sobre el cuidado de la flora y fauna en instituciones educativas. | Se llevará a cabo pláticas de concientización a los trabajadores del proyecto y se mantendrá señalización en las áreas, se prevé mantener letreros alusivos en las áreas verdes durante en la etapa de operación y mantenimiento. |
| | Acción 18: Capacitaciones sobre el uso de ecotécnias en comercios y viviendas. | Los habitantes del fraccionamiento podrán optar por el uso de ecotécnias como la captación y utilización de agua de lluvia y el uso de calentadores y paneles solares. |
| | Acción 19: Acciones para reducir el uso de productos de un solo uso que generen contaminación. | Se evitará la contaminación de suelo y agua y se ejecutará el programa de manejo de combustibles y atención a derrames. Se llevará a cabo un manejo responsable de las sustancias empleadas en el proyecto.<br><br>Se regularán las descargas de aguas residuales a la red sanitaria. |
| | Acción 20: Colocar contenedores de basura y señalización en ubicaciones estratégicas. | Durante la construcción se dispondrá de contenedores rotulados, para residuos. Durante la operación se separarán en las viviendas entregándolos al servicio de limpia municipal, en los días de recolección. |
| | Acción 21: Con las empresas locales trabajar en un plan de manejo de residuos. | El proyecto llevará a cabo la valorización de los residuos derivados de la construcción y demolición y los residuos sólidos reciclables, reduciendo el volumen de residuos enviados a confinamiento en el relleno sanitario municipal. |
| | **EJE 5: GOBIERNO CIUDADANO, HONESTO Y RESPONSABLE**<br>**Reto 14: Que gobierno y ciudadanos decidamos juntos.**<br>Acción 2: Audiencias públicas en colonias y comunidades a través del programa “Martes Ciudadano” | Durante la operación del proyecto podrán estas audiencias llevar a cabo propuestas para la convivencia pacífica y la conservación de los recursos para ser instrumentados y sancionar a los infractores. |
| | Acción 4: Ejercicios de cabildos abierto donde los ciudadanos puedan expresar sus ideas. | Las ideas de los usuarios del fraccionamiento serán consensadas y plasmadas en el reglamento interno para la convivencia de los usuarios, uso de servicios, vigilancia y conservación del fraccionamiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Acción 5: Realizar evaluaciones de satisfacción sobre las acciones y trabajo del municipio. | Se llevará a cabo informes de cumplimiento ambiental a fin de demostrar las acciones y responsabilidad del promovente hacia el cuidado del ambiente. |
| | **Reto 15: Recuperar la confianza en el gobierno.**<br>Acción 9: Mantener actualizado el portal de transparencia en la página web del municipio. | Los documentos legales con los que se vincula el proyecto se encuentran en la página web del municipio. |
| | Acción 13: Implementar mecanismos seguros para captar quejas y denuncias ciudadanas. | Habrá una coordinación entre el comité del fraccionamiento y las autoridades municipales para la atención de quejas. |
| | **Reto 16: Ser un gobierno responsable con visión de futuro**<br>Acción 14: Eficientar la recaudación del impuesto predial para lograr incrementar anualmente el 5% de la recaudación del municipio | Con la ejecución del proyecto se establece un desarrollo urbano regular al que se le aplican cuotas de recaudación (predial), a diferencia de los asentamientos irregulares. |
| | Acción 16: Incrementar el número de actividades y servicios de la administración manteniendo sin incrementos el gasto público, hacer más con menos. | El proyecto contribuye con la construcción de infraestructura para el suministro de agua, luz, drenaje a la población del fraccionamiento reduciendo el gasto a la administración municipal. |
| **II.6. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO**<br><br>II.6.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) | **Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad**<br>Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación *in situ*, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación. | La región a la que pertenece el proyecto, encuentra en la región 5.17 dentro de la UAB No. 30 denominada KARTS HUASTECO NORTE cuya política ambiental es la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración. Con actividad forestal como eje rector del desarrollo; la preservación de flora y fauna como coadyuvantes del desarrollo; la agricultura y la ganadería como actividades asociadas al desarrollo, además se incorporan otros sectores como los pueblos indígenas. Su nivel de atención prioritaria es bajo.<br><br>El proyecto se ubica al interior del Área Natural Protegida “Reserva de la Biósfera Sierra Gorda”; por ello, el desarrollo del estudio tomó en cuenta las consideraciones del Programa de Manejo vigente, con la finalidad de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos y reglas establecidas para la conservación de los recursos naturales.<br><br>Se hace la vinculación con los ordenamientos aplicables en materia ambiental; se proponen y detallan las medidas necesarias para lograr su objetivo a fin de hacer compatible el desarrollo del proyecto con acciones básicas de conservación. |
| | Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia. | Las actividades de reforestación y sus mantenimientos posteriores, (para la compensación ambiental de la superficie afectada por el CUSTF), se llevarán a cabo priorizando la oportunidad de empleo para la población local cercana al área propuesta, de manera que se lleve a cabo con conciencia ambiental por los beneficios ecosistémicos que se obtendrán en el futuro. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural. | Se encuentra en evaluación en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de la superficie afectada que sustenta vegetación forestal y se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT por la realización de las obras que comprende del proyecto. Se tomaron en consideración las observaciones de la Dirección de la Reserva de la Biosfera vertidas durante visista al predio.<br><br>Así también, durante el proceso de evaluación se tomarán las opiniones y consideraciones de la coordinación interinstitucional (Estado, Municipio, Federación) y sociedad civil, bajo el esquema de consulta pública y los que considere pertinentes la SEMARNAT. |
| | Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación. | El proyecto dará cumplimiento a las acciones que le corresponden con base al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro POEREQ, en relación a la UGA 1 en la que se localiza. Debido a que se encuentra al interior de un ANP se vincula con el programa de manejo del ANP. |
| | Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad. | La evaluación del impacto ambiental busca demostrar que la obra de urbanización que se pretende realizar dará cumplimiento a la normatividad aplicable, llevando a cabo medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos previstos.<br><br>Se dará una plática de concientización al titular de la autorización y personal que laborará en la preparación del sitio y construcción, de igual manera se aplicarán medidas para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los factores ambientales y la biodiversidad. |
| | Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos. | El proyecto no contempla la manipulación de recursos genéticos. Se emplearán especies locales en la reforestación a fin de mantener la integridad de los ecosistemas, evitando la introducción de especies invasoras. Se llevará a cabo el rescate de un porcentaje de especies con mayor valor de importancia y su reubicación en superficies del mismo tipo de vegetación y baja cobertura dentro de la RE. |
| | Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional. | Se incluye un programa de vigilancia ambiental para el monitoreo y cumplimiento de las condicionantes. Así mismo, se atenderá el seguimiento a la reforestación y a la reubicación de ejemplares derivados del CUSTF, conforme a los programas respectivos, para garantizar su sobrevivencia. |
| | Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, | Se implementará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, en el cual se describe la metodología de ahuyentamiento y las técnicas básicas y necesarias para realizar un buen trato a los ejemplares; por lo tanto, no habrá afectación a la misma. Se ejecutarán: el Programa de manejo de vegetación y el Programa de reforestación; en ambos se contemplan acciones de mantenimiento para |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático. | asegurar su establecimiento, considerando la atención al control de plagas, incendios y sequía. El proyecto se localiza en una zona con baja vulnerabilidad al cambio climático. |
| | Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo. | Se contemplan: pláticas de concientización a los trabajadores encargados de ejecutar el CUSTF, limitar el espacio de trabajo proponiendo medidas para su protección y evitar el saqueo de especies. Se proponen medidas para la protección y conservación de flora y fauna como son: el rescate y reubicación de flora y la reforestación con especies locales; así como el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. |
| | Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional. | El proyecto contempla el manejo y disposición de los residuos sólidos y líquidos generados en las diferentes etapas del proyecto, a fin de proteger los recursos hídricos superficiales y del subsuelo. Se llevará a cabo el manejo de aguas residuales sanitarias para proteger los recursos hídricos; así mismo se aplicarán las obras y medidas de compensación ambiental del balance hídrico. |
| | Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación. | Debido a la ubicación del proyecto en el margen del desarrollo urbano, las rutas de migración de la fauna se encuentran limitadas, por lo tanto, no se fomenta o incrementa la fragmentación. Se proponen medidas de prevención y mitigación para promover su desplazamiento fuera del sitio, así como la reforestación de 2.8 ha para mejoramiento de hábitats. |
| | Celebrar convenios de concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas como área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados. | El área en la que se asienta el proyecto ya forma parte de una ANP de competencia federal y se consideran los lineamientos normativos de su Programa de Manejo para hacer compatible el desarrollo y la conservación.<br><br>El proyecto se vinculó con el PM y se tomaron en cuenta las observaciones derivadas del recorrido con personal de la dirección de la Reserva de la Biosfera. |
| | **Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo**<br>Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo). | Para el caso de la fauna, se contempla el ahuyentamiento previo a la remoción de vegetación a fin de no afectarla; considerando que la superficie colinda con el desarrollo urbano, no se afectan rutas de migración y/o anidación. Para el caso de la flora, las especies que se encuentran en la superficie de CUSTF del predio, no se encuentran en alguna categoría de protección; sin embargo, se llevará a cabo el rescate y reubicación de un porcentaje de ejemplares conforme al Programa rescate y reubicación de flora (anexo). Se limitarán las actividades a la superficie propuesta y se llevará a cabo la vigilancia ambiental, para garantizar su cumplimiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica. | Desde la planeación del proyecto se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación para que durante la ejecución genere el menor de los impactos adversos posibles, sobre los recursos naturales. Además, el ANP cuenta con un programa de manejo con el que se vinculan las actividades del proyecto.<br>Se anexa a la presente manifestación de impacto ambiental, el Programa de manejo de vegetación (rescate y reubicación de flora), el Programa de reforestación, Programa de conservación de suelos, y el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. |
| | Formular directrices sobre translocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas. | La reforestación de una superficie de 2.8 hectáreas, similar a la afectada por el CUSTF, se ejecutará empleando 6 especies nativas acorde al ecosistema forestal afectado; ubicándola dentro de la región ecológica donde se distribuye el mismo tipo de vegetación a fin de evitar la introducción de especies fuera de su hábitat; promoviendo el ecosistema preexistente. El manejo de la vegetación removida en la superficie de CUSTF se llevará a cabo como se describe en el programa correspondiente, considerando el rescate y reubicación de un porcentaje de las especies con mayor valor de importancia. |
| | Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. | Se descarta en todo momento la introducción de especies exóticas en reforestación que se propone para compensar la superficie afectada por el CUSTF. Las especies que sean rescatadas en la superficie de cambio de uso de suelo serán reubicadas en claros de una superficie forestal al interior delREa fin de mantenerlas dentro del ecosistema donde se distribuyen de forma natural. |
| | Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de translocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas. | Se adquirirá la planta para la reforestación en viveros locales cercanos a la superficie del proyecto para fomentar la producción de especies nativas que compartan condiciones ambientales similares y asegurar su adaptación al sitio de establecimiento. |
| | Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo. | No se encontraron especies de fauna silvestre en riesgo en la superficie del proyecto, debido su ubicación en el margen del desarrollo urbano, sin embargo, se prevé llevar a cabo el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.<br>En el caso de la flora tampoco se encontró alguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se llevará a cabo el programa de manejo de vegetación para el rescate y reubicación de un porcentaje de especies con mayor valor de importancia. |
| | Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, translocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). | No se localizaron especies catalogadas en la superficie de cambio de uso de suelo; sin embargo, se propone el rescate y reubicación de un porcentaje de ejemplares de especies con mayor IVI, la reforestación de 2.8 ha con 6 especies locales. No se prevé la introducción de fauna silvestre o especies exóticas. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad**<br>Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad. | Derivado del inventario forestal para la integración del ETJ correspondiente, se señalaron en el listado florístico las especies que se localizan en la microcuenca, apoyando al conocimiento de las especies reportadas para la región. Los datos se presentan en el apartado correspondiente de esta MIA-P. |
| | Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad. | Se impartirán pláticas de concientización ambiental al personal que lleve a cabo el desmonte y las obras en general, sobre la importancia, el respeto, el cuidado y conservación de los recursos naturales de la región, previo al inicio de las actividades. Quedará estrictamente prohibido la cacería o el saqueo de fauna y flora en la superficie de CUSTF y áreas de influencia del proyecto. |
| | Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos. | Las especies maderables localizadas en la superficie de CUSTF, no tienen importancia económica en la zona de estudio, salvo su empleo como postes y leña para auto consumo. Las especies animales dentro del ANP tiene importancia ecológica principalmente, el manejo y aprovechamiento de algunas especies de flora y fauna se encuentra regulada bajo el esquema de UMA. Se incluye, en el apartado correspondiente, una valoración de los servicios ambientales que serán afectados por el proyecto. |
| | **Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales**<br>Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, translocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados. | Se propone el rescate y la reubicación de un porcentaje de ejemplares arbustivos a remover en la superficie de CUSTF; estableciéndolas en superficies desprovistas de vegetación en las que puedan desarrollarse. Se llevará a cabo la reintroducción de especies locales en las acciones de reforestación para compensar los impactos ambientales, en superficies degradadas dentro de la región ecológica. |
| | Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso. | Las especies a emplear en la reforestación provendrán de un vivero local, apoyando la generación de empleos para la producción de planta. No se contempla la reintroducción de fauna silvestre. |
| | Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos | Se emplearán 6 especies locales en la reforestación para evitar la propagación no controlada de especies invasoras que pongan en riesgo los recursos genéticos locales, en el área de influencia. La superficie de construcción se encuentra próxima al desarrollo urbano de la cabecera municipal en donde ya existe presencia de especies exóticas ornamentales, pero se evitará su introducción en ambientes naturales. |
| | **Estrategia 5: Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios**<br>Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que | Se contempla la construcción de obras de conservación de suelos como medida de mitigación y compensación de los impactos derivados del CUSTF. Se anexa programa de conservación de suelos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.<br>- Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.<br>- Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno. | Las obras propuestas para la conservación de suelo se llevaron a cabo conforme a los manuales establecidos (CONAFOR), empleando materiales locales.<br><br>El mantillo producto del despalme, se empleará en el mejoramiento de suelos en las áreas verdes del proyecto, áreas de reubicación y reforestación. |
| | Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad. | Las obras de conservación de suelos, se llevarán a cabo en los límites de la superficie del proyecto para retener partículas de suelo que puedan ser arrastradas desde la superficie de construcción y para favorecer la infiltración de humedad. |
| | **Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales**<br>Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.<br>- Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores<br>- Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.<br>- Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.<br>- Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.<br>- Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales. | Se realiza el análisis de las afectaciones a los servicios ambientales, por las actividades de CUSTF y se hace la valoración de las medidas que se proponen para compensarlo.<br><br>Particularmente durante la construcción se prevé evitar la erosión del suelo y reducir el aporte de sedimentos a los escurrimientos naturales. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad. | Se llevará a cabo un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación, como medida de prevención, realizándolo con personal profesional capacitado evitando el daño a los ejemplares. La supervisión ambiental del proyecto evitará prácticas de saqueo y comercio ilegal de especies de la superficie de desmonte y su área de influencia directa. Del mismo modo se mantendrá vigilancia en el resguardo de la vegetación rescatada hasta su reubicación. |
| | **Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.**<br>Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA. | Se dará cabal cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente documento (MIA-P), conforme al plan de vigilancia ambiental. Las medidas tendientes a la conservación del suelo (evitar su erosión), se describen en el programa de conservación de suelos y apartado correspondiente. |
| | **Estrategia 13: Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes**<br>Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.<br>Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.<br>Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas. | No se emplearán agroquímicos para el control de malezas durante las actividades de CUSTF. Se llevará a cabo el seguimiento a las 2.8 hectáreas de reforestación con el fin de detectar la presencia de plagas o enfermedades en las plantas establecidas para realizar su control dando preferencia a los métodos de control biológico. |
| | **Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios**<br>Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas. | Para compensar la vegetación afectada por el cambio de uso de suelo en el predio, se ejecutará un reforestación de 2.8 ha, conforme al programa anexo, en donde se definen las especies, la localización y la superficie propuesta. |
| | Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos. | Se llevarán a cabo medidas para evitar la erosión del suelo durante las actividades del proyecto. La vegetación removida será picada y dispersa para proteger el suelo en las áreas de reubicación y reforestación. El material de despalme será empleado en el mejoramiento de las áreas verdes del proyecto. |
| | Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas. | El proyecto implica un cambio de uso de suelo en (2.73 ha). Se prevé la reforestación de 2.8 ha, empleando 6 especies locales para compensar la superficie afectada. Arbustivos con mayor valor de importancia, talla y condiciones para su sobrevivencia serán rescatados y reubicados conforme al programa anexo.<br>Se lleva a cabo el pago al Fondo Forestal Mexicano para la compensación ambiental de la superfcie afectada por el CUSTF. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción. | El material excavado se empleará en el relleno de superficies, los excedentes serán enviados a bancos de tiro. El material de despalme se empleará en el mejoramiento de suelos de las áreas verdes del proyecto, áreas de reubicación y reforestación; el excedente será enviado al banco de tiro. |
| | Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN. | Se anexa el Plan de rescate y reubicación de flora y el Programa de reforestación, para compensar los impactos ocasionados por el proyecto. Elaborados conforme a los manuales establecidos por la CONAFOR. |
| | **Estrategia 36: Promover la diversificación de las actividades productivas**<br>Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros. | Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se contará con sanitario equipado con biodigestor para el manejo de las aguas residuales generadas por el personal.<br>La red de dreanje para la conducción de las aguas residuales del fracionamiento será instalarán a costa del promovente para su entrega al municipio y conectarlo al colector de la red de drenaje sanitario municipal para el tratamiento de sus aguas en la PTAR, durante la operación del proyecto. |
| | **Estrategia 44: Impulsar el desarrollo regional**<br>Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas. | El proyecto de manera indirecta beneficiará a gran parte de la población del municipio. |
| | Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.<br><br>Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.<br><br>Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada. | El proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y pretende integrar y hacer compatible el proyecto con cada uno de los instrumentos normativos aplicables, al atender cada una de las acciones que corresponden al área del proyecto. Todas ellas descritas en este apartado.<br><br>Se abordadaron, detallando como el proyecto logra vincularse; además, en los instrumentos normativos derivados de este Ordenamiento, se detallan puntualmente las acciones a considerar. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales. | |
| II.6.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO (POEREQ) | **Lineamiento LP03**<br>Consolidar la protección del Área Natural Protegida (ANP) asegurando que su manejo y aprovechamiento se realicen bajo los términos que su programa de manejo establezca y en ausencia de éste, en apego a lo establecido en su decreto, sin perjuicio de la jurisdicción que le corresponda, con el fin de mantener el equilibrio ecológico y la continuidad de los procesos ecológico-evolutivos que proveen los servicios ambientales a la región. | El proyecto se localiza en la UGA1, ANP de Carácter Federal, con categoría de Reserva de la Biosfera, denominada Sierra Gorda.<br><br>El Decreto del ANP Sierra Gorda fue publicado en el DOF el 19 de mayo de 1997.<br><br>El Programa de Manejo del ANP Sierra Gorda publicado en el DOF el 08 de mayo de 2000, establece la zonificación y acciones permitidas y reglas administrativas para la compatibilidad del proyecto que s epretende con la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad del territorio del ANP en el que se enmarca el proyecto.<br><br>La vicnulación del PM con el proyecto se lleva a cabo en el apartado correspondiente.<br><br>Se llevó a cabo el recorrido a la superficie del proyecto y la revisión de la propuesta de urbanización, por parte de la dirección del ANP para congruencia del proyecto, realizando los ajustes correspondeintes para atención a las observaciones emitidas por la autoridad. |
| | | Se anexa la observancia y vinculación de cada obra y acción que integran el proyecto con la UGA NO.1 coforme al Acuerdo por el que se expide la guía para evaluar la Congruencia, Observancia y Vinculación de las Obras y Acciones relacionadas con el Aprovechamiento del Territorio con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ). Publicada en el perodico Oficial LA Sombra de Artega el 23 de agosto de 2024. |
| **II.7. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO**<br><br>II.7.1. CÓDIGO | **De las Autorizaciones en desarrollos inmobiliarios**<br>**Artículo 13.** Es competencia de los municipios:<br>Controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales, de acuerdo con los programas de desarrollo urbano debidamente aprobados, publicados e inscritos en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio que corresponda, así como otras leyes o reglamentos aplicables. | Se emite Dictamen de uso de suelo, por parte de la autoridad municipal, en congruencia con el PDUCPJS vigente; para un uso habitacional H2 (200 hab. /ha).<br><br>La MIA-P es uno de los requisitos primarios para la solicitud de la licen cia de subdivisión y construcción de las obras de urbanización a cargo del fraccionador. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| URBANO DEL ESTADO DE QUERÉTARO | **De las autorizaciones en materia de construcción Artículo 16.** Corresponde a los Municipios otorgar las licencias de construcción y permisos correspondientes | Se llevará a cabo, previo cumplimiento de los requisitos establecidos para cada caso, la obtención de las licencias de construcción y permisos correspondientes para la ejecución de las obras de urbanización por parte del promovente, para la construcción de viviendas de manera individual por cada propietario. La autoridad municipal verificará en función de sus atribuciones, el cumplimiento de lo establecido en este artículo. |
| | **De las Autoridades en Materia de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Disposición de Aguas Residuales y Tratadas**<br>**Artículo 21.** La Comisión Estatal de Aguas es el organismo coordinador y coadyuvante con autoridades federales, estatales o municipales, en todas las actividades que de una manera u otra participen en la planeación, estudios, proyectos, construcción y operación de sistemas o instalaciones de agua potable, alcantarillado, saneamiento y disposición de sus aguas residuales y tratadas y servicios relacionados con éstos, para beneficio de los habitantes del Estado, para lo cual tendrá los órganos y las atribuciones, sin perjuicio de lo que se establezca en los reglamentos respectivos. | Se lleva a cabo la solicitud para tramite de factibilidad de servicios que presta la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro, a fin de cumplir con las especificaciones que esta señale en el informe técnico de viabilidad de incorporar los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado y saneamiento a las 78 viviendas. |
| | **De los Programas Municipales de Desarrollo Urbano Artículo 40.** Los Programas Municipales de Desarrollo Urbano, de Desarrollo Urbano de Centros de Población y Parciales de Desarrollo Urbano, serán elaborados, aprobados, ejecutados, controlados y evaluados por los Municipios, de conformidad con lo previsto en este Código, los programas federales y estatales de desarrollo urbano. | El proyecto se apega y es congruente con el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, se llevan a cabo lo trámites previos para obtener del municipio la licencia de subdivisión y construcción de las obras de urbanización para la venta de lotes para vivienda unifamiliar. |
| | **De la Fundación, Conservación, Mejoramiento, Crecimiento y Consolidación de los Centros de Población**<br>**Artículo 63.** Por centro de población, se entienden las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros, así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos. | El proyecto se localiza en un área de crecimiento urbano con un uso H2 dentro del Plan de desarrollo urbano del centro de población de Jalpan de Serra, Qro. Por lo tanto, el proyecto se constituye parte de la consolidación del instrumento de planeación urbana. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 65.** Los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población, contemplarán las acciones específicas tendientes a la conservación, mejoramiento y crecimiento de los mismos, debiendo establecer la zonificación correspondiente. | El proyecto se apega al uso de suelo asignado en el PDUCPJS congruente con el uso pretendido, según consta en el Dictamen de uso de suelo emitido por la autoridad municipal. |
| | **Artículo 69.** La conservación de los centros de población, es la acción tendiente a mantener el equilibrio ecológico y preservar el buen estado de la infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios urbanos de los centros de población, incluyendo sus valores históricos y culturales. | El proyecto contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, tendientes a mantener el equilibrio ecológico, asi como el buen uso de infraestructura y de los servicios urbanos. |
| | **Artículo 75.** El crecimiento de los centros de población se atenderá mediante la determinación ordenada de las áreas necesarias para su expansión, privilegiando la calidad de vida y su armonía con el medio ambiente, conforme a lo que establezcan los programas de desarrollo urbano aplicables. | El proyecto se lleva a cabo de manera ordenada, dentro de los limites urbanos, en la superficie contemplada para el desarrollo habitacional, privilegiando la calidad de vida y su armonía con el ambiente. |
| | **Artículo 82.** Los instrumentos de fomento para la consolidación, relativos a la gestión del suelo, la realización de obras públicas y la dotación de servicios incluyen: IX. La utilización de suelo estratégico, entendida como la obligación de propietarios y desarrolladores de utilizar o aprovechar predios en los términos establecidos en los programas de desarrollo urbano, de áreas conurbadas y zonas metropolitanas en cuanto a usos, densidades y plazos; | El proyecto se lleva a cabo en la superficie destinada al uso urbano habitacional con una densidad H2 (200 hab/ha); por lo que se atiende la obligación señalada en este instrumento de planeación. |
| | **De la vivienda**<br>**Artículo 106.** El Poder Ejecutivo del Estado y los Municipios, a través de sus dependencias, organismos y fideicomisos que al efecto constituyan, realizarán acciones en materia de vivienda, con base en los siguientes fines vinculados con al proyecto.<br><br>II. Considerar la vivienda como factor de ordenamiento territorial, de desarrollo urbano y de preservación de los recursos naturales y del medio ambiente;<br><br>III. Asegurar la congruencia de las acciones de vivienda con los planes y programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano;<br><br>IV. Crear parques urbanos y áreas verdes con plantas de especies nativas de la región suficientes para mejorar la | El proyecto dará cumplimiento a cada una de las acciones señaladas, haciendo compatible el desarrollo de viviendas y la urbanización con el entorno paisajístico. Cualquier persona tiene el derecho de denunciar ante la Procuraduría todo hecho, acto u omisión que cause o pueda causar daños al adecuado desarrollo urbano y al medio ambiente, como lo establece el art. 121 de este Código. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | imagen urbana y el ambiente, atendiendo a la recreación y esparcimiento de la población; (Ref. P. O. No. 8, 7-II-14)<br><br>V. Preservar los recursos paisajísticos y ambientales del entorno que forman parte del hábitat de la vivienda; | |
| | **Del control del desarrollo urbano**<br>**Artículo 115.** Los reglamentos y normas técnicas que expida la autoridad competente, en materia de imagen urbana, sin perjuicio de lo previsto en Leyes estatales y federales aplicables, establecerán las regulaciones, restricciones, prohibiciones, especificaciones y características a que se sujetará el diseño, construcción, mantenimiento, mejoramiento y conservación de los siguientes elementos:<br><br>III- Vialidades y sus elementos complementarios, tales como glorietas, puentes y pasos a desnivel, así como otras obras públicas que generen un impacto visual;<br>IV- Parques urbanos, espacios abiertos, zonas jardinadas, cementerios y otros elementos del equipamiento público;<br>V- Forestación y vegetación;<br>VII-Sembrado de las construcciones en los lotes, fachadas frontales, laterales, posteriores y azoteas, paleta de colores y materiales, volumetría y cubiertas, alturas, alineamientos, remetimientos, volados, relación vano-macizo, acabados, colindancias y anuncios; y | Promovente y propietarios de los lotes llevarán a cabo los proyectos de urbanización y construcción de vivienda respectivamente; para ser aprobado por la autoridad municipal; atendiendo los reglamentos y normas de construcción del municipio. |
| | **De los fraccionamientos y sus características**<br>**Artículo 178.** Se entiende por fraccionamiento la división de un terreno en lotes, cuando para dar acceso a éstos, se requieran una o más calles que conformarán vías de comunicación locales y éstas, a su vez, se comuniquen con una vía de jurisdicción federal, estatal o municipal. Las calles o vialidades locales que se generen al interior de un fraccionamiento, tendrán el carácter de vías públicas de libre acceso a la población y deberán ser transmitidas gratuitamente por el desarrollador en favor del Municipio. | El proyecto se constituye en un fraccionamiento debido a que consta de la subdivisión en lotes con calles para dar acceso a estos, conectadas a calles locales. Al interior del fraccinamiento tendrán carácter de vías públicas de libre acceso y serán trasmitidas de forma gratuita al municipio. |
| | **Artículo 181.** El desarrollo inmobiliario bajo la modalidad de fraccionamiento, estará compuesto de la superficie vendible y de las calles que conformarán las vías públicas, así como la transmisión a título gratuito de la superficie para equipamiento urbano y cualquier otra | Se lleva a acabo la caracterización de superficies del fraccionamiento conforme a lo señalado en el anexo Parametros urbanos por tipo de obras y actividades. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | condicionante que lo restrinja o limite. (Ref. P. O. No. 26, 22-V-15) | |
| | **Del proceso de autorización de los fraccionamientos**<br>**Artículo 186.** El procedimiento de autorización de fraccionamientos se conforma de etapas, siendo las siguientes:<br>I. Dictamen de uso de suelo;<br>II. Autorización de estudios técnicos;<br>III. Visto Bueno al proyecto de lotificación;<br>IV. Licencia de ejecución de obras de urbanización;<br>V. Denominación del fraccionamiento y nomenclatura de calles;<br>VI. En su caso, autorización para venta de lotes; y<br>VII. Entrega al Municipio de las obras de urbanización y autorización definitiva del fraccionamiento, mismo que podrá entregarse por etapas debidamente urbanizadas. | La presentación de la autorización en materia de cambio de uso de suelo e impacto ambiental constituye la segunda etapa en el proceso de autorización del fraccionamiento.<br><br>Posteriormente se cubrirán las etapas siguientes hasta la entrega al municipio de las obras de urbanización. |
| | **Artículo 187.** A fin de emitir el dictamen o autorización correspondiente, la autoridad competente ordenará de ser necesario, la realización de estudios en materia de protección civil, impacto ambiental, impacto vial, así como los que considere pertinentes. | Se presenta la manifestación de impacto ambiental a evaluación, así como el ETJ, solicitados por la autoridad municipal en el trámite para obtener la licencia de ejecución de obras de urbanización. |
| | **De La licencia de ejecución de Obras de Urbanización y Supervisión de Obras de Urbanización**<br>**Artículo 192.** La autorización de la licencia para ejecución de obras de urbanización de un fraccionamiento, que otorgue el municipio, establecerá con base al plano de lotificación autorizado, la etapa, sección o fase, las superficies que lo integran, el desglose de las mismas, el pago de impuestos y derechos, obligaciones y plazos de vigencia, las donaciones a favor del Municipio y las que correspondan a los organismos operadores. | Se cubren los requsitos primarios para la obtención de la licencia de ejecución de obras de urbanización correspondientes. |
| | **Artículo 194.** Durante el proceso de construcción del fraccionamiento, la autoridad deberá supervisar la ejecución de las obras de urbanización, indicando al desarrollador y asentando en la bitácora de las obras de urbanización las observaciones, producto de la supervisión. | Durante la construcción del proyecto s ellevarán a cabo supervisiones de la autoridad municipal para verifica rel cumpliemitno de la normatividad, debiendo atender todas las observaciones que realice la autoridad. |
| | **De la autorización de venta de lotes** | Se llevarán a cabo los trámites correspondientes ante la autoridad municipal para obtener la autorización para la venta de lotes que tengan conexión con calles habilitadas y servicios introducidos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 197.** La autorización para venta de lotes, se desarrollará conforme a lo que se dispone en los artículos 198 al 201 | |
| | **Artículo 204.** Concluida la ejecución de las obras de urbanización del fraccionamiento etapa, sección o fase, el desarrollador presentará a la autoridad competente, solicitud de entrega de éstas. | Concluidas las obras de urbanización consistentes en la apertura y pavimentación de calles, habiendo introducido la infraestructura de servicios de agua potable, drenaje sanitario y en su caso pluvial; asi como la red de energía eléctrica; se realizarámn los tramites relativos a la entrega recepción ante la autoridad municipal. |
| | **De las licencias de construcción**<br>**Artículo 329.** La licencia de construcción es el documento administrativo expedido por la autoridad competente por medio de la cual se autoriza a los propietarios para construir, ampliar, modificar, reparar o demoler una edificación o instalación en sus predios. | Las licencias de construcción de vivienda serán tramitadas por los propietarios de los lotes, presentando los requisitos que le sean solicitados por la autoridad municipal.<br><br>El promovente llevará a cabo el apoyo a la utorida dmunicipal en la vigilancia, previendo que toda construcción se ejecute conntando previamente con la licencia de construcción correspondiente. |
| II.7.2. PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO | **Objetivos Generales: definir un modelo de ordenamiento territorial que genere las condiciones adecuadas para el desarrollo urbano integral y sustentable**<br><br>**Habitabilidad:**<br>Establecer los criterios normativos para el crecimiento urbano ordenado y regulado; considerando las características particulares de cada región y municipio. | EL proyecto es congruente con el PDUCPJS con nun uso urbano habitacional H2, se respeta la densidad de 200 hab por ha establecidos en la normatividad y los coeficientes de construcción y uso del suelo. |
| | Revalorar el espacio público, poniéndolo como un elemento central de la habitabilidad dentro de los asentamientos humanos. | Se llevará a cabo la apertura de calles, la pavimentación de la calzada y banquetas, con las dimensiones aprobadas por la autoridad municipal. Asi mismo se dotará de áreas verdes. |
| | Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en zonas de riesgo | De conformidad con la zonificación del PDUCPJS y la infomración del CENAPRED, la superficie de construcción se localiza fuera de zonas de riesgo; se evita el cambio d euso del suelo y la urbanización en las margenes del escurrimiento manteniendo una faja de 10 metros a cada lado para su protección y evitar riesgos a la población, atendiendo las recomendaciones de la CONAGUA. |
| | Establecer sistemas de monitoreo y vigilancia en el cumplimiento de las metas y acciones establecidas en los instrumentos de planeación, donde se involucren a las autoridades de los distintos órdenes de gobierno y a la ciudadanía | El proyecto se lleva en concordancia con los instrumentos normativos de regiulación del usos del suelo, al ubicarse al interior del ANP será objeto de vigilancia permanente por las autoridades copetentes. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Competitividad:**<br>Generar condiciones para el crecimiento económico, con el propósito de favorecer la creación de nuevas fuentes de empleo para todos los sectores de la población, poniendo especial atención a los grupos vulnerables o menos favorecidos. | Se genera una derrama economica importante por la generación de empleos, la venta d emateriales y la prestación de servicios durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto. Así mismo se genera plusvalía en los lotes al proveerlos de infraestructura de servicios. |
| | Fortalecer la movilidad integral y las redes viales de conectividad. | Las vialidades del proyecto tienen conexión con la traza urbana y conexión a las pricipales vías de comunicación. |
| | Instrumentar programas de dotación de equipamiento e infraestructura para satisfacer los déficits encontrados y proporcionar servicio a las nuevas zonas de desarrollo | Con el proyecto s elleva a a cabo la construcción de iunfraestructura para la provisión de servicios básicos, asi como las obras requeridas por los orgamnismos operadores para la factibilida de suminsiro de los serviccios, otorgando a los adquirientes lotes con servicios disponible para su contratación individual. |
| | **Gobernanza:**<br>Generar mecanismos de gobernanza que garanticen la participación activa y coordinada entre la ciudadanía y los actores institucionales encargados del desarrollo urbano en la entidad | Se creará el comité del fraccionamiento para la elaboración del reglemento, con apoyo de la autoridad municipal, estableciendo la coordniación para la atención de las denuncias correspondientes. |
| | **Estrategias generales**<br>**Instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, de gobernanza y de participación ciudadana**<br>Conservación de las áreas con vocación para las actividades primarias. | El proyecto se llevará a cabo en un uso congruente con el desarrollo urbano que se pretende (habitacional H2), respetando las superficies con usos distintos al desarrollo urbano. |
| | **Vivienda**<br>Actualización del Programa Estatal de Vivienda | El proyecto se vincula con los instrumentos normativos vigentes en materia de desarrollo urbano, particularmente en relación a la vivienda. Se reconoce el rezago que presentan, sin embargo, se consideran los criterios básicos que permitan la compatibilidad del proyecto con el Desarrollo Urbano.<br>El proyecto pretende la urbanización para la venta de lotes para la construcción de viviendas unifamiliares de tipo residencial.<br>No se aplican recursos de tipo Federal, Estatal o Municipal ni de institución de crédito para el fomento de vivienda. Debido a la localización en una zona con mayor influencia rural. |
| | Promoción en la aplicación de ecotecnologías innovadoras y diseño bioclimático de las viviendas | El proyecto pretende la urbanización para la ocupación y construcción progresiva de viviendas, en función de los recursos económicos de cada adquiriente; por lo tanto, la aplicación de ecotecnologías dependerá del nivel económico; se considerarán las condiciones climáticas en los diseños debido a las altas temperaturas que llegan a registrarse en la cabecera municipal de Jalpan de Serra. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Impulso a las acciones de mejoramiento de las viviendas deterioradas, hacinadas, sin servicios básicos y sustitución de materiales no aptos, a través de la vinculación interinstitucional y gestión de recursos a nivel estatal y federal. | Se contempla la introducción de infraestructura de servicios básicos, previamente. Se emplean los criterios de superficie mínima por lote, establecidos en la normatividad para evitar el hacinamiento de viviendas y los coeficientes señalados en el PDUCPJS. |
| | Construir y dotar de vivienda adecuada para la población no atendida | El proyecto pretende la construcción progresiva de viviendas por los propietarios; por parte del fraccionador se llevará a cabo la introducción de infraestructura de servicios (luz, agua, drenaje sanitario y obras de control pluvial). La dotación de servicios será provista por parte de los organismos operadores (CEA y CFE) a través del cobro de cuotas de consumo a los usuarios, mediante contratos individuales. |
| | Respetar las zonas urbanas y urbanizables definidas en los instrumentos de planeación urbana y ordenamiento ecológico | La superficie propuesta se localiza en un uso urbano habitacional conforme a la zonificación del Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. |
| | Fomentar la consolidación y redensificación de la mancha urbana para generar ciudades compactas | El predio se encuentra en el área de uso urbano habitacional con una densidad de 200 hab/ha, su ocupación fomenta la consolidación y redensificación de la mancha urbana, generando una ciudad compacta en la que se facilite la provisión de los servicios básicos. |
| | Establecer instrumentos de regulación que promuevan una mejor forma de vida bajo distintos regímenes de propiedad. | El predio que se pretende urbanizar es de propiedad privada; y se pretende que cada adquiriente de un lote en el futuro pueda contar con la escritura de su propiedad que dé certeza a su patrimonio, para ello, se llevan a cabo los trámites conforme a la normatividad para que tal escenario pueda realizarse, situación que no sucede con los asentamientos irregulares. |
| | **Movilidad urbana y regional**<br>Impulso a la movilidad sustentable a través de instrumentos de planeación y generación de infraestructura eficiente y accesible en la que se priorice al peatón, el uso de transporte no motorizado y el transporte público. | Se llevará a cabo la construcción y pavimentación de calles y banquetas. |
| | **Medio ambiente y patrimonio cultural**<br>Protección a las Áreas Naturales Protegidas decretadas | Se llevará a cabo la urbanización en el polígono con uso habitacional, conservando la superficie en los márgenes del escurrimiento para conectividad con áreas de vegetación forestal. |
| | Identificación, conservación y protección de las zonas naturales con servicio ambiental. | Se conserva una faja de vegetación en el límite del polígono propuesto hacia la zona con vegetación continua. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Hidrología superficial y subterránea** Protección de cuerpos de agua para evitar su contaminación**.** | Se llevará a cabo el manejo de combustible, residuos y el manejo de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores evitando la contaminación del escurrimiento. |
| | Recuperación de las zonas funcionales de las cuencas, subcuencas y microcuencas del estado, para evitar la sedimentación | Se mantiene una faja de protección hacia ambos lados del escurrimiento, para evitar su afectación. |
| | Fomento a la distribución equitativa del agua. | Se lleva a cabo la solicitud de factibilidad de agua potable y su saneamiento al organismo operador CEA. |
| | Impulso al manejo adecuado de los residuos sólidos. | Se llevará a cabo el manejo adecuado de los residuos generados por el proyecto durante la preparación del sitio y construcción, en apego a la ley estatal en la materia. Durante la operación se llevará a cabo el manejo hasta la entrega recepción del fraccionamiento, posteriormente el manejo será realizado por el servicio de limpia municipal. |
| | Fomentar la participación ciudadana en tema hidráulico | Se llevará acabo las reuniones informativas tanto al personal, durante la construcción del proyecto, como a los habitantes del fraccionamiento, sobre el uso responsable del agua; llevando a cabo las denuncias correspondientes. |
| II.7.3. PLAN DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE JALPAN DE SERRA, QRO. | El Planteamiento de Desarrollo Urbano para la Ciudad de Jalpan, es en el sentido de contar con una aglomeración urbana con un desarrollo económico sostenido, potenciando las características de su territorio, esto es, un desarrollo en el que puedan convivir las actividades agropecuarias, forestales y las de servicios; todas ellas en el marco del manejo responsable de los recursos naturales del entorno. | La superficie total propuesta para el proyecto, conforme al plano de su zonificación se encuentra en un uso Urbano Habitacional con una densidad de 200 habitantes por ha. Al encontrarse dentro del marco normativo, se respetan los usos de preservación Agrícola y Forestal. |
| | La estrategia urbana para lograr los objetivos del PDUM radica en el respeto a las áreas ecológicas, ya que la totalidad del territorio Jalpense es parte de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, estableciéndose en su Plan de Manejo la necesidad de controlar la presión que ejercen los asentamientos humanos en el medio ambiente, siendo mayormente los que se asientan en forma dispersa sobre el territorio. De igual manera, será necesario orientar el desarrollo hacia los terrenos previstos para ello, fuera de áreas de recarga de acuíferos, áreas vulnerables o de zonas de aprovechamiento de sus recursos. | El proyecto se pretende dentro de los limites urbanos del instrumento normativo; por lo tanto, da cumplimiento a la estrategia urbana y es compatible con el PM de la RBSG ya que se controla la presión hacia los recursos naturales, ofertando lotes dentro de las superficies permitidas, disminuyendo la incidencia de delitos ambientales sobre las áreas forestales por los cambios de uso de suelo sin autorización previa. Se orienta el desarrollo con una planeación que permite la factibilidad de los servicios básicos (agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica), la ocupación plena del territorio y no afectar áreas vulnerables, de recarga de acuíferos y de aprovechamiento de otros recursos.<br><br>Con base en un Análisis Técnico de la propiedad, la visita física al lugar, su ubicación en una ZONA HABITACIONAL 200 HAB./HA (H2) conforme a la carta de sub-zonificación secundaria del PDUCPJS inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio y a la tabla normativa |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | de Usos del Suelo, se determinó la COMPATIBILIDAD con el uso pretendido, debiendo realizar los trámites previos ante las dependencias que correspondan. |
| | La política de crecimiento del PDU municipal habla de la infraestructura y el equipamiento urbano regional en la cabecera municipal de Jalpan, de forma que se ejerza el liderazgo dentro de la Sierra Gorda, y se esté en la posibilidad de dar la cobertura de servicios a los demás municipios serranos. En particular, esta política implica continuar con la concentración de equipamiento básico en los Centros Concentradores de Servicios y en ampliar los enlaces de estos centros hacia las comunidades marginadas. | Jalpan representa el centro concentrador de servicios más importante de la Sierra Gorda Queretana, la cabecera municipal es la zona urbana de mayor concentración poblacional en la región por lo que su crecimiento es el más acelerado de las cabeceras.<br>El proyecto contempla la introducción de infraestructura para los servicios básicos al interior del fraccionamiento y las obras que sean requeridas por los organismos operadores para brindar el servicio. |
| | Se plantea que el crecimiento habitacional requerido para la cabecera municipal sea estrictamente en los límites que marca la normatividad de usos de suelo de su respectivo PDU. El área de desarrollo urbano municipal cuidará la correcta aplicación de la normatividad establecida en dichos estudios, con base en todo momento en los instrumentos legales que abordan las cuestiones del desarrollo urbano. | El proyecto se llevará a cabo estrictamente en los límites del desarrollo urbano conforme a la zonificación del PDUCPJS, con uso congruente con el uso pretendido (habitacional) con una densidad de 200 hab /ha; como consta en el dictamen de uso de suelo emitido por la autoridad municipal. |
| | El PDUM tiene como principales objetivos, el ordenar los usos de suelo, plantear una normatividad propositiva para incentivar la actividad turística, y conservar los elementos de la arquitectura tradicional que se presentan en el área normativa. Para poder alcanzar los objetivos propuestos la Estrategia de Desarrollo Urbano va encaminada en los siguientes puntos:<br>- Consolidar el papel de la Ciudad de Jalpan de Serra como Centro Concentrador de Servicios de la Subregión Serrana.<br>Aprovechar la infraestructura instalada para el mejor aprovechamiento de los lotes baldíos de la zona normativa. | El proyecto es congruente con el uso de suelo asignado en el PSUCPJS; al encontrarse en los límites del desarrollo urbano planeado, se consolidan los servicios.<br>Los puntos de conexión de los servicios básicos se encuentran próximos a la superficie de urbanización aprovechando la infraestructura instalada, evitando la afectación de áreas adicionales para proveerlos. |
| | De acuerdo a lo analizado en el Diagnóstico, el presente Plan se plantea los siguientes objetivos:<br>- Generar un patrón de crecimiento de la mancha urbana que represente los lineamientos del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda. | El uso urbano habitacional H2 con una densidad de población de 200 hab./ha que tiene el predio en donde se pretende el proyecto, da cumplimiento al objetivo derivado del diagnóstico del Plan, relacionado con generar un modelo de ocupación del suelo más intenso en la mancha urbana, considerado que el abasto de los servicios para la población establecida y la que se espera de crecimiento es suficiente. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | - Protección de las zonas de producción agrícola y las de uso forestal.<br>- Generar un modelo de ocupación de suelo más intenso de la mancha urbana.<br><br>Provocar una mezcla de usos de suelo que aporte beneficios a los pobladores. | |
| | **NORMAS Y CRITERIOS PARA EL DESARROLLO URBANO**<br>***Normas para los usos del suelo***<br><br>Para el ordenamiento de los usos del suelo la zona normativa se ha dividido en zonas secundarias. Para cada una de ellas, la normatividad para los usos del suelo se señala en la tabla del Instrumento Normativo (plano anexo) | Respecto a las normas de uso del suelo, el proyecto encaja en el rubro de vivienda con un uso permitido Habitacional H2, (200 habitantes por ha).<br><br>En el Dictamen de uso de suelo (oficio D/2346/2024), de fecha 27 de septiembre de 2024; mediante el cual se señala la compatibilidad de la zona de acuerdo a la tabla normativa de Usos del suelo del PDUCPJS (Plano anexo). |
| | ***Normas y criterios para la imagen urbana***<br>Para el rescate y conservación de la imagen de la localidad, considerando la localización de la Misión, se aplicará el Reglamento de Construcción aprobado por el cabildo municipal el día 14 de septiembre del 2002, para el área del plan parcial de la Zona de Conservación, con el fin de determinar la tipología de la vivienda y las construcciones de esa zona, en las zonas tanto de máxima conservación como de transición. En el resto de la localidad el criterio se basa en conservar las visuales hacia la Misión, así como respetando y manteniendo los elementos naturales del contexto, como lo son cerros aledaños y ríos. | El proyecto de urbanización se pretende dentro del polígono de desarrollo urbano, alejado del centro por lo que no interfiriere con la Misión y elementos arquitectónicos históricos. Por lo que, no se aplican los criterios para la imagen urbana, sin embargo, si se controlarán los aspectos señalados en el Reglamento de construcción en relación al alineamiento, fachadas, coeficientes de construcción. etc. Serán señalados por la autoridad municipal en las licencias de construcción que se otorguen a cada propietario para la construcción de su vivienda.<br><br>Se mantendrá la vegetación en las márgenes del escurrimiento para su conservación. |
| | ***Normas y criterios para el equipamiento urbano***<br><br>Se propone integrar al centro de población en barrios con una capacidad de establecer equipamiento; en primera instancia; áreas verdes, centros cívicos y áreas específicas de comercio y servicio, con la finalidad de desconcentrar la actividad de la zona centro, estableciendo centros de barrio. | El proyecto contará con dos superficies de donación; siendo de 2,025.17 m2 (7.41%) de área verde y 3,293.33 m2 (12.06 %) área de protección del escurrimiento.<br><br>Lo anterior mediante visto bueno de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), derivado del análisis a la distribución actual de lotes y vialidades, así como la propuesta correspondiente a áreas verdes y superficies de protección consideradas para donación. Atendiendo la propuesta de la DRBSG que las superficies de donación se destinen exclusivamente a la conservación, limitándose a su delimitación como áreas verdes y zonas de protección, con el objetivo de mantenerlas en su estado natural, sin intervención antrópica, y que funcionen como elementos de conectividad ecológica con la masa forestal contigua. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | Las vías públicas y los demás bienes de uso común o destinados a un servicio público, son bienes de dominio público del Municipio, regidos por las disposiciones contenidas en el Código Urbano, Ley Orgánica Municipal y las disposiciones legales municipales aplicables en su momento. |
| | ***Normas y criterios para la infraestructura urbana***<br>Como criterio para la dotación de redes hidráulicas y aprovechar al máximo su capacidad en función de la demanda y de las características de clima que presenta el Centro de Población de Jalpan de Serra, se presenta la tabla de dotación | El PDUCPJS vigente, proyecta una dotación de 100 lts/hab/día para tomas domiciliarias considerando una toma por lote.<br>El volumen de dotación de agua potable para el fraccionamiento es estimado por la CEA conforme al Dictamen Técnico de Incorporación basado en la zona y número de viviendas. Se lleva a cabo la solicitud correspondiente ante el organismo operador; atendiendo los requerimientos de la autoridad para la factibilidad del servicio de agua potable y su tratamiento. |
| | La capacidad mínima de alcantarillado será del 80% de la dotación de agua potable; es importante implementar un sistema separado de drenaje donde se utilicen sistemas alternativos de construcción de acuerdo a la topografía del lugar. Se deberá implementar plantas de tratamiento de acuerdo a las características del o los inmuebles en cuestión, con la finalidad de que en el momento que se viertan al drenaje, esta agua conlleve ya un proceso de limpieza. | La infraestructura de agua potable será provista por el fraccionador conforme a lo establecido en el Código Urbano y el Reglamento municipal en materia de Desarrollo Urbano, las especificaciones serán conforme a las normas técnicas de la CEA y la validación de los planos y proyecto ejecutivo, por la autoridad correspondiente. En las vialidades del proyecto, se instala por cuenta del fraccionador la infraestructura sanitaria realizando su conexión al colector municipal para que se efectúe el tratamiento de las aguas residuales en la PTAR municipal. Conforme a lo expresado en el Informe Técnico de la CEA, se dotará al predio de los servicios por la dependencia, llevando a cabo las obras solicitadas a cargo del fraccionador. |
| | La red de agua potable se establecerá en apego al tipo de material y dimensiones de las tuberías, así como los estándares para su colocación, verificables por la autoridad municipal y a satisfacción del organismo operador (CEA). | Los planos de distribución de espacios (lotificación) y sus obras de infraestructura de servicios, se presentarán a la autoridad en materia de desarrollo urbano para su validación correspondiente en el proceso de trámite para la obtención de la licencia de urbanización; conforme a los requisitos que se señalan tanto el Código Urbano del estado de Querétaro, como el Reglamento de construcción.<br>Se respetarán los estándares de los materiales y métodos para la introducción de la infraestructura básica para la conexión de los servicios. |
| | ***Normas y criterios para la vialidad***<br>De conformidad con el Reglamento de construcción, en la expedición del Dictamen de Uso de Suelo se señalarán las condiciones que fijen los Planes y Programas de Desarrollo Urbano en materia de vialidad, estacionamiento, áreas verdes, áreas de maniobras, | EL dictamen de uso de suelo emitido por la autoridad municipal no señala las condiciones a las que se refiere estas normas y criterios.<br>Las vialidades propuestas en el proyecto cumplen con las dimensiones establecidas en el instrumento normativo; serán avaladas por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano Municipal. Posterior a |

<table>
<tr><th>Nombre del instrumento jurídico</th><th>Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)</th><th>Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)</th></tr>
<tr><td></td><td>densidad de población y cualesquiera otras, mismas que se asentarán en la licencia de construcción correspondiente.</td><td>su entrega al municipio serán sus atribuciones el manteamiento correspondiente, como se señala en el CU. En el apartado y anexo correspondiente se presentan las coordenadas y superficies ocupadas por las vialidades.</td></tr>
<tr><td></td><td>Normas y criterios para la vivienda<br>Las normas y criterios para la construcción de vivienda en el municipio de Jalpan, se rigen por el Código Urbano para el estado de Querétaro, las densidades recomendadas para la zona son de 100 hab./ha. y 200 hab/ha.<br><br>Los lotes de conjuntos de vivienda unifamiliar abarcaran en el caso de las áreas de 100 hab/ha como mínimo un área de 300 m$^2$, con un frente no menor de 10 m, y de 180m$^2$ como mínimo en las áreas con densidad de 200 hab/ha, respetando tanto el coeficiente de ocupación como el de uso establecido en la tabla de normatividad para el caso correspondiente.</td><td>De con formidad con los coeficientes señalados en el CU, reglamento de construcción y tabla de compatibilidad del PDUCPJS los criterios de construcción se establecen de la siguiente manera. Las superficies correspondientes se describen en el anexo parámetros urbanos por tipo de obras y actividades
<table>
<tr><th>Concepto</th><th>Descripción</th><th>Residencial (%)</th><th>Superficie (m2)</th></tr>
<tr><td>Lote tipo</td><td>10 m de frente por 20m de fondo</td><td></td><td>200</td></tr>
<tr><td>Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)</td><td>Es la superficie del lote que puede ser ocupada con construcciones.</td><td>0.7</td><td>140</td></tr>
<tr><td>Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS)</td><td>Es la superficie mínima del lote que puede ser susceptible de incorporación a áreas de riego o zonas verdes dentro del predio</td><td>12.5</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)</td><td>Entendido como la superficie máxima de construcción que se permitirá en un predio y se expresa con el número de veces que se construya en la superficie del lote.</td><td>2.1</td><td>420</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td></td><td>Para efectos del Reglamento de construcción del municipio de Jalpan de Serra, las construcciones en el Municipio se clasificarán de acuerdo a lo señalado en las tablas de la Sección 1 del Título Séptimo del Reglamento (P.O. 26-07-13).</td><td>De la tabla de clasificación de construcciones, de conformidad con el tamaño del lote promedio, se consideran la magnitud e intensidad de ocupación: para el desarrollo de vivienda unifamiliar de tipo residencial 60 a 99 metros cuadrados de construcción para vivienda de interés medio y de 100 a 250 m2 de construcción.<br><br>El propietario de cada lote tramitará ante la Subdirección de Desarrollo Urbano la licencia de construcción de su vivienda, acatando los coeficientes establecidos en la normatividad, evitando sanciones administrativas.</td></tr>
<tr><td></td><td>Normas y criterios para la Edificación<br>Se propone la densificación de la mancha urbana, con la utilización de los baldíos existentes, así como aumentar la densidad actual, por lo que es posible aumentar la densidad de los mismos a partir de que el proyecto contemple construcciones verticales que no afecten las visuales de la misión y respeten su coeficiente de ocupación de suelo.</td><td>La superficie del proyecto se localiza al interior de la superficie considerada para el crecimiento urbano, por lo tanto, se utiliza un predio que hasta el momento se consideraba baldío, se empleará la densidad de población permitida (H2), afín de emplear eficientemente el uso de suelo Urbano, respetando los Coeficientes de Ocupación de Uso de suelo reglamentarios. El (COS) para el fraccionamiento es de 2.1%<br><br>Son atribuciones del municipio la regulación de las edificaciones al interior de fraccionamiento. El fraccionador será el responsable de apoyar a la autoridad con la vigilancia y denuncias correspondientes, considerando que la construcción de viviendas no las realizará el fraccionador sino cada dueño del lote.</td></tr>
</table>

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | ***Normas y Criterios para los cauces y vasos de depósito de agua de Propiedad Nacional***<br>Se establece como rivera o zona federal, las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional medidas horizontales a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la rivera o la zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor a cinco metros, El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será calculada por "La Comisión Nacional del Agua", de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. | De acuerdo con la cartografía del INEGI la superficie del predio intercepta con un escurrimiento superficial. La CONAGUA, mediante oficio B00.921.04 -02094 (anexo) concluye que dicho cauce corresponde a una depresión topográfica que conduce los escurrimientos pluviales de la zona, por sus características no se considera un bien inherente a cargo de la CNA; se consideran las siguientes recomendaciones:<br>- Preservar el escurrimiento para que se mantenga su funcionalidad en tanto no se construyan las obras de drenaje pluvial para garantizar la seguridad de los habitantes y sus bienes.<br>- Preservar una faja de vegetación a ambas márgenes a partir de las huellas máximas del margen del cauce, evitando el cambio de uso del suelo.<br>- Se excluye de la urbanización a superficie delimitada conforme a la consideración anterior.<br>Se determina que las actividades proyectadas no prevén afectación directa a escurrimientos superficiales ni a cuerpos de agua presentes en el área de influencia. No obstante, se contemplan medidas de mitigación orientadas a evitar alteraciones en la capacidad hidráulica de los escurrimientos, así como en la calidad físico-química del agua, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. La superficie destinada a urbanización se ubica fuera del polígono de protección establecido. |
| II.7.4. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA QUERÉTARO | **Del Objeto y conceptos**<br>**Artículo 3** La Dirección, será el órgano administrativo que hará cumplir las disposiciones del presente Reglamento y tendrá las siguientes facultades:<br>I. Fijar los requisitos técnicos a que deberán sujetarse las construcciones e instalaciones en predios y vías Públicas, a fin de que satisfagan las condiciones de habitabilidad, seguridad, higiene, comodidad y buen aspecto. | En los trámites previos se contemplan las dimensiones que tendrán las vialidades, banquetas y andador señaladas en el Reglamento a fin de obtener la licencia de Subdivisión y aprobación del plano de lotificación para llevar a cabo la construcción de vialidades, introducción de la infraestructura de servicios y pavimentación.<br><br>El propietario de cada lote presentará a la Dirección los planos de la vivienda a fin de obtener la licencia de construcción correspondiente, debiendo cumplir con las normas constructivas señaladas en el Reglamento. |
| | III. Establecer de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, los fines para los que se pueda autorizar el uso de los terrenos y determinar el tipo de construcciones que se puedan levantar en ellos, en los términos de lo dispuesto por los planes y/o programas de desarrollo urbano | El resolutivo en materia ambiental es requisito previo para obtener la licencia de subdivisión del predio para uso habitacional como lo establece el PDUCPJS. Todos los lotes derivados de la subdivisión serán empleados para vivienda.<br><br>Cada adquiriente obtendrá la licencia de construcción de su vivienda conforme a las normas establecidas en este reglamento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | VI. Realizar visitas de verificación a las obras en proceso de ejecución o terminadas. | Es atribución de la DDUOT municipal llevar a cabo las visitas de inspección a la superficie del proyecto para verificar el cumplimiento de los coeficientes y normas de construcción establecidas en las respectivas licencias. |
| | VII. Coordinar el Área de Inspección a efecto de que se verifique dentro de un predio, estructura, instalación, edificio o construcción, se ajuste a las características previamente registradas, solicitadas o para lo que fue construido. | Se verificará que principalmente se cumplan y respeten los coeficientes de construcción y la normatividad señalada en el Reglamento. |
| | VIII. Revisar que el Proyecto de construcción, se ajuste o cumpla con lo establecido en el presente ordenamiento y demás disposiciones legales aplicables | Se verificará que principalmente se cumplan y respeten los coeficientes de construcción y la conexión a los servicios públicos (drenaje, agua potable, luz eléctrica).<br>La construcción debe apegarse a la normatividad señalada en el Reglamento, así como al plano de diseño presentado en el trámite para obtención de la licencia de construcción. |
| | IX. Dictar medidas preventivas o correctivas, de conformidad con el presente ordenamiento, el Reglamento de Inspección y Verificación, y demás disposiciones legales aplicables | Derivado de la supervisión se realizarán las observaciones correspondientes y dictarán las modificaciones a que haya lugar para cumplir con el marco normativo. |
| | X. Autorizar o negar, de acuerdo con este Reglamento, la ocupación o el uso de un inmueble, obra, instalación, predio o construcción. | En función de las visitas de verificación que realice la DDUOT, se autorizará o negará la ocupación de la vivienda. |
| | XI. La planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial del Municipio, por medio de los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, que tienen por objeto mejorar el nivel y la calidad de vida de la población urbana y rural, a través de:<br>a). La planeación de funcionamiento ordenado y regular de los servicios urbanos y del acceso a los satisfactores económicos, culturales, recreativos y turísticos, que permitan a los habitantes del Municipio ejercer su derecho a una vida segura, productiva y sana; | El llevar a cabo la construcción del proyecto en la superficie contemplada para ello, contiguo al desarrollo urbano existente, permite la conexión a los servicios existentes en los puntos autorizados por la CEA, por lo que su operación y mantenimiento permite a los usuarios una vida digna y segura. |
| | b) Evitar los asentamientos humanos en las áreas de mayor vulnerabilidad, en las áreas riesgosas y en las áreas de conservación en coordinación con la dependencia competente.<br>c) Optimizar el ordenamiento territorial y el aprovechamiento del suelo;<br>d) Aprovechar de manera más eficiente, en beneficio de la población urbana y rural, la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, procurando la optimización de aquellos y de las estructuras físicas de la ciudad; | Se garantiza la seguridad de los habitantes del fraccionamiento y su patrimonio al establecerse en sitios donde el PDUCPJS determinó factible el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructura asignándole un uso H2 al predio.<br>Se proveerá infraestructura en las áreas en donde son factibles los servicios. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | e) Coadyuvar con dependencias Federales, Estatales y Municipales en la conservación del medio natural, de la flora y fauna silvestres en el territorio del Municipio; La restauración de la salubridad de la atmósfera, del agua, del suelo y el subsuelo; la adecuada interrelación de la naturaleza con los centros de población y la posibilidad de su aprovechamiento y disfrute por los habitantes, esto en coordinación con el Área de Ecología Municipal de la Dirección | Se solicita por parte de la autoridad municipal la presentación de las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a fin de que se establezcan las medidas necesarias para mitigar los impactos y coadyuvar en la vigilancia de su cumplimiento. |
| | XIII. Ejecutar con cargo a los propietarios y/o los responsables, las obras que la Dirección hubiere ordenado realizar y que los propietarios, en rebeldía, no las hayan llevado a cabo; | Se llevarán a cabo las obras señaladas en el trámite de la licencia de subdivisión del predio y construcción por cuenta del propietario. |
| | **Artículo 4**. Para efectos de este Reglamento, las construcciones en el Municipio se clasificarán de acuerdo a lo señalado en las tablas de la Sección 1 del Título Séptimo del presente Reglamento.<br><br>Se considerará vivienda mínima la que tenga, cuando menos, una pieza habitable para pernoctar, servicios de cocina, estancia, comedor, regadera, retrete y lavabo, únicamente para pie de casa.<br><br>La superficie máxima de construcción a considerar como obra menor será de 30.00 m2 de área techada incluyendo volados, la cual, al tratarse de un pie de casa o uso habitacional, no requerirá director responsable de Obra, siempre y cuando se trate de construcción habitacional unifamiliar. | De conformidad con el uso de suelo asignado se tiene contemplada la construcción de vivienda residencial con una superficie de construcción promedio de 250 $m^2$, manteniendo los coeficientes de construcción señalados en el PDUCPJS y este reglamento. |
| | **De las disposiciones generales para el desarrollo urbano**<br>**Artículo 5**. En la expedición de las diferentes clasificaciones de Dictamen de Uso de Suelo se señalarán las condiciones que fijen los Planes y Programas de Desarrollo Urbano en materia de vialidad, estacionamiento, áreas verdes, áreas de maniobras, densidad de población y cualesquiera otras, mismas que se asentarán en la licencia de construcción correspondiente. | Antes de llevar a cabo las actividades de preparación del sitio y construcción se obtendrán las licencias de subdivisión y de construcción, manteniéndolas actualizadas. |
| | **Artículo 6**. El otorgamiento de las autorizaciones, licencias y permisos para la construcción se sujetará a lo que determinen los Planes y Programas de Desarrollo Urbano. | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 7**. Para la construcción de obras de acuerdo con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano aprobados, deberá obtenerse la constancia de alineamiento respectivo. | Para la construcción de cada una de las viviendas cada propietario obtendrá la constancia de alineamiento correspondiente; así como su respectiva licencia de construcción. |
| | **Artículo 8**. La Licencia de Construcción es el documento expedido por la Dirección, por medio del cual se autoriza a los propietarios para construir, ampliar, modificar, reparar o demoler una edificación o instalación en sus predios, debiendo obtenerla todos los particulares, así como las entidades públicas o privadas en vías públicas, que se encuentren dentro del territorio municipal. | Es el Trámite de la licencia de construcción es de carácter obligatorio para todos los propietarios de un lote, antes de iniciarla construcción de su vivienda. El promovente fomentará reuniones de carácter informativo entre los dueños de los lotes y la autoridad municipal para conocimiento de los trámites a seguir a fin de acatar las disposiciones de este reglamento. |
| | **Artículo 9**. El presente Reglamento establecerá las Normas Técnicas complementarias para lograr la satisfacción de los requerimientos de habitabilidad, funcionamiento, higiene, seguridad, estabilidad, emergencias, comunicaciones en los inmuebles, edificaciones y vía pública en el Municipio. Establecerá además, todo lo relacionado con el uso de suelo, imagen urbana, vías públicas, alineamientos, permisos y concesiones para el aprovechamiento de estas últimas o cualquiera otro bien de uso común destinado a un beneficio público y los requisitos para su obtención, forma de tramitación, incluyéndose lo concerniente a licencias, constancias, autorizaciones de construcción, permisos de ocupación, responsabilidad de las obras, vigilancia y verificación, uso de inmuebles y descripción de usos peligrosos, insalubres o molestos. | En el contenido del reglamento se contemplan las especificaciones particulares que debe cumplir cada construcción dentro del área urbana. La aplicación del reglamento es atribución de la DDUOT municipal; el promovente coadyuvara con la autoridad en vigilar su cumplimiento. |
| | **Artículo 11** Los proyectos para la construcción de obras deberán considerar el diseño los siguientes factores: | El Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)<br>El Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS)<br>Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)<br>Serán considerados en la presentación de los planos correspondientes de cada vivienda a fin de obtener del municipio la licencia de construcción correspondiente, siendo atribuciones de la DDUOT su aprobación. |
| | **Artículo 12**. Los proyectos de obras a ejecutar en el Municipio deberán tomar en consideración los aspectos de compatibilidad de uso con las lotificaciones, construcciones nuevas, restauraciones, demoliciones, ampliaciones y modificaciones tomando como base los usos y destinos propuestos en los diferentes Planes y Programas de Desarrollo Urbano, | El predio tiene un uso permitido (Habitacional H2), se presentarán los trámites que regulan la subdivisión del predio y se respetarán los tamaños mínimos y características de los lotes en la propuesta de subdivisión aprobada por el municipio. La construcción de las viviendas será regulada conforme a los coeficientes establecidos para vivienda residencial.<br>Los envolventes de construcción serán estipulados en las constancias de construcción de cada vivienda por parte de la autoridad municipal. El |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | resolutivo en materia ambiental es requisito previo para llevar a cabo los trámites ante la DDUOT municipal. |
| | **De los riesgos y vulnerabilidad urbana**<br>**Artículo 14**. Quedará prohibido todo tipo de construcciones en aquellas zonas que por su naturaleza representen riesgos derivados de fallas geológicas o medios físicos en general. Excepto obras necesarias para evitar riesgos, como son muros de contención para evitar derrumbes. | Durante los trámites previos se solicitó a la Subdirección de Desarrollo Urbano la revisión del predio, así como la actualización del dictamen de uso de suelo, el cual con base en el PDUCPJS no presenta limitaciones o restricciones para su urbanización. |
| | **Artículo 15**. Las construcciones deberán apegarse a lo que indiquen los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, o estudios específicos realizados para cada zona donde exista cualquier elemento de riesgo, fallas geológicas o desplazamiento del subsuelo, de la misma manera deberá respetarse la Zona Intermedia de Salvaguardia, donde se almacenen, utilicen y/o procesen componentes químicos y/o peligrosos o se edifiquen proyectos con gran impacto urbano, que signifiquen un riesgo para el entorno. Los estudios complementarios se darán a conocer en su oportunidad marcando con toda exactitud las normas técnicas aplicables en cada caso que serán analizadas y dictaminadas en coordinación con las dependencias correspondientes. | Se realiza por cuenta del promovente el estudio de geotecnia para obtener las recomendaciones constructivas en función de las características geológicas del predio y evitar riesgos. |
| | **De la vía pública**<br>**Artículo 19**. Dentro del territorio del Municipio, la vía pública es inalienable e imprescriptible, por tal efecto, no podrá constituirse sobre ella hipotecas, embargos, usos o usufructos, ni servidumbre en beneficio de persona alguna en los términos de ley. Todo inmueble, predio, o superficie de terreno, consignado como vía pública en algún registro oficial, existente en cualquiera de las unidades administrativas del Municipio, en el Archivo General de la Nación, o en otro archivo, museo, biblioteca o dependencia oficial, se presumirá salvo prueba de lo contrario, que es vía pública. | Las calles del fraccionamiento construidas y pavimentadas por el fraccionador se otorgarán al municipio mediante el trámite de donación señalado en el CUEQ, a partir de ese momento se constituyen vías públicas a cargo de la administración municipal, quien llevará cabo la conservación, vigilancia y restricciones pertinentes. |
| | **Artículo 20**. Los inmuebles o predios que en el plano oficial de un fraccionamiento aprobado por el Municipio aparezcan destinados a vías públicas, al uso común o algún servicio público se considerarán, por este solo hecho, como bienes del dominio público del propio Municipio, para cuyo efecto, la unidad administrativa | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | correspondiente, remitirá copias del plano aprobado al Registro del Plan Parcial correspondiente, al Registro Público de la Propiedad y a la Secretaria de Finanzas Públicas y Tesorería Municipal para que hagan los registros y las cancelaciones respectivas. | |
| | **Artículo 24**. Se requiere de autorización de la Dirección para: Cualquier proceso constructivo que requiera, de ocupar provisionalmente con material de construcción en la vía pública; | En caso necesario para la realización de ampliaciones o remodelaciones de viviendas, los propietarios realizarán este trámite ante la autoridad municipal evitado ser sancionados. Y en general para todas las obras señaladas en el capítulo IV del Reglamento |
| | **Del alineamiento**<br>**Artículo 42**. La Dirección expedirá a solicitud del propietario o poseedor, Constancia de Alineamiento y Certificado de Número Oficial efectuando el particular el pago de los derechos conforme a la ley de Ingresos. Si entre la expedición de la constancia a que se refiere este artículo y la presentación de la solicitud de licencia de construcción se hubiese modificado el alineamiento en los términos del artículo 41 de este Reglamento, el proyecto de construcción deberá ajustarse a los nuevos requerimientos. | Previo a la construcción de viviendas u obras dentro del predio, cada propietario tramitará la constancia de alineamiento y licencia de construcción ante la autoridad municipal. |
| | **De las restricciones a las construcciones**<br>**Artículo 44.** Es facultad del Ayuntamiento fijar y determinar las zonas en que se divida el Municipio, así como el uso al que podrán destinarse los Predios. La autorización respecto a la altura de las edificaciones será determinada por la Dirección, previos dictámenes técnicos que correspondan, atendiendo al perfil del terreno natural, las condiciones topográficas y visuales de la zona. | Con base en el PDUCPJS el predio se localiza en una zona habitacional H2, por lo que el proyecto obtuvo el dictamen correspondiente de la autoridad municipal. Y con base en ello se obtendrán, por cada propietario de un lote, las licencias de construcción de cada vivienda. |
| | **Artículo 45**. La Dirección establecerá en los programas parciales las restricciones que juzgue necesarias para la construcción o para uso de los bienes inmuebles ya sea en forma general, en fraccionamientos, en lugares o en predios específicos, y las hará constar en los permisos, licencias o constancias de alineamiento o zonificación que expida, quedando obligados a respetarlas los propietarios o poseedores de los inmuebles, tanto públicos como privados. Estará prohibido el derribo de árboles en vía pública y predios particulares, salvo casos expresamente autorizados por la Dirección, debiendo apegarse a la Reglamentación aplicable. | Las disposiciones de carácter constructivo que determine la autoridad municipal en función de sus atribuciones se establecerán en las licencias de construcción respectivas quedando obligados a respetarlas los propietarios o poseedores de los inmuebles. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **De los requerimientos del proyecto arquitectónico**<br>**Artículo 50**. Los proyectos arquitectónicos correspondientes deberán cumplir con los requerimientos establecidos en este Título para cada tipo de construcción y las demás disposiciones legales aplicables. | Los planos que se presenten ante la autoridad municipal para la obtención de las licencias de construcción de cada vivienda, observaran lo dispuesto en el título Tercero del Reglamento, aplicable al diseño de la vivienda. |
| | **De las circulaciones y elementos de comunicación**<br>**Artículo 77.** Los estacionamientos deberán cumplir con lo siguiente: Incisos I al XII | El proyecto no cuenta con estacionamientos públicos o privados de visitantes o similares, cada vivienda contará con su propio estacionamiento al interior del lote. Por tal motivo no es vinculante con el proyecto, al encontrarse fuera del contexto del fraccionamiento que se describe en la MIA-P. |
| | **De las generalidades de la construcción**<br>**Artículo 133**. Una copia de los Planos Autorizados, Licencia de Construcción y la Bitácora de Obra, deberán conservarse en las obras durante la ejecución de éstas y estar a disposición de los supervisores de la Dirección; al igual que la Placa de Obra que deberá colocarse en un lugar visible durante todo el proceso de la obra. Durante la ejecución de una obra deberán tomarse las medidas necesarias para no alterar el comportamiento ni el funcionamiento de las Construcciones e Instalaciones en predios colindantes o en la vía pública. El horario para los trabajos de construcción quedará comprendido entre las 7:00 y las 18:00 horas, salvo que la Dirección indique lo contrario, dicha autorización para el trabajo fuera del horario establecido anteriormente estará sujeta al impacto que genere en la zona. Deberán observarse, además, las disposiciones establecidas para la Protección del Ambiente, contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruidos y para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos. | En la MIA-P, se propusieron las medidas para atender lo señalado en este artículo, durante la etapa de construcción. |
| | **Artículo 134**. Los materiales de construcción y los escombros de las obras podrán colocarse momentáneamente en las banquetas de la vía pública, sin invadir la superficie de rodamiento y ofreciendo banquetas alternativas provisionales debidamente protegidas durante los horarios y bajo las condiciones que fije la Dirección para cada caso. | Se regulará que los materiales que invadan la vía pública no deban permanecer por más de tres días, para lo cual deberán irse surtiendo en cantidades apropiadas si no se cuenta con una superficie de almacenamiento dentro del lote. |
| | **Artículo 135**. Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra podrán estacionarse en la vía pública durante los horarios que fije la Dirección General de Seguridad Pública, Tránsito y Protección Civil del | Se evitará la acumulación de vehículos de carga en el sitio de construcción, sincronizando los tiempos de carga y acarreos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Municipio de Jalpan de Serra, Qro., y con apego a lo que disponga el Reglamento de Tránsito Municipal. | |
| | **Artículo 136**. Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito, en la vía pública, originados por obras públicas o privadas, serán protegidos con barreras, y señalados adecuadamente por los responsables de las obras con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche. | Se regulará que los escombros que invadan la vía pública no deban permanecer por más de tres días. Las excavaciones para la conexión de los servicios a cada vivienda serán señaladas adecuadamente. |
| | **Artículo 140**. Toda construcción deberá contar con la Licencia de Construcción, según sea el caso | Se obtendrán las licencias anticipadamente a fin de que toda construcción cuente previamente con lo siguiente:<br>a. Certificado de Número Oficial;<br>b. Autorización de Revisión de Proyecto por parte de la Dirección en caso que la Dirección lo juzgue necesario;<br>c. Licencia de Construcción y Aviso de terminación de Obra.<br>De los artículos 142 al 146 se señalan los requisitos para cada trámite, mismos que serán atendidos. |
| | **De las licencias y certificaciones**<br>**Artículo 192**. El dictamen de Uso de Suelo es un documento de carácter administrativo que emite la Dirección, acorde a lo dispuesto en los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, el cual contiene las características en materia de vialidad, estacionamiento, áreas verdes, áreas de maniobras, densidad de población y cualquier otra, mismas que se asentarán en la licencia de construcción correspondiente. La vigencia del dictamen de Uso de Suelo estará sujeta a las actualizaciones y/o modificaciones de los Planes y Programas de Desarrollo Urbano. | La superficie del proyecto cuenta con el Dictamen de uso de suelo emitido por la autoridad Municipal correspondiente. |
| | **Artículo 194**. La Licencia de Construcción es el documento que expide la Dirección por medio del cual se autoriza, según el caso, construir, realizar obras de reparación, ampliación, remodelación, modificación o mantenimiento de un edificio. | Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, se complementan los requisitos para obtener de la autoridad municipal la licencia de subdivisión y las licencias de construcción respectivas, para la construcción de infraestructura de servicios, las licencias de construcción de vivienda serán obtenidas por cada uno de los propietarios del Lote previo a la construcción. El promovente vigilará y reportará a la autoridad municipal para que se realicen las visitas de inspección correspondientes. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 199**. La Dirección no otorgará licencia de construcción respecto a los lotes o fracciones de terrenos que hayan resultado de la fusión, subdivisión o relotificación de predios, efectuada sin autorización del Ayuntamiento. | Se lleva a cabo la integración de requisitos trámites necesarios para obtener la licencia de subdivisión, a fin de que los propietarios de cada lote obtengan sus licencias de construcción. Las dimensiones mínimas de predios que autorice la Dirección para que pueda otorgarse licencia de construcción en ellos, serán de noventa metros cuadrados de superficie y seis metros de frente. |
| | **Artículo 201**. El tiempo de vigencia de las licencias de construcción que expida la Dirección será de un año. La licencia deberá estar vigente en todo momento durante la construcción, a efecto de solicitar la revalidación si la obra no se ha terminado en el plazo de vigencia, se tomará como base un avance del 50% de la construcción, por lo que el costo de la revalidación será el correspondiente a la mitad de la licencia de construcción con base a ley de Ingresos vigente. | Se mantendrá en todo momento la vigencia de la licencia de construcción anticipando su renovación al menos 15 días antes de su vencimiento con los requisitos señalados en el art. 202. |
| | **Del aviso de terminación de obra**<br>**Artículo 205**. El propietario, poseedor o representante legal está obligado a manifestar a la Dirección la terminación de obra ejecutada en su predio, en un plazo no mayor de quince días hábiles, contados a partir de la conclusión de las mismas, cubriendo los derechos que correspondan de acuerdo a lo señalado por la ley de Ingresos, utilizando las formas de “terminación de Obra” y anotando en su caso el número y la fecha de la licencia respectiva. | Se notificará a la autoridad municipal el término de obra con los requisitos señalados en el art. 206 que le sean aplicables. |
| | **Artículo 211**. La Dirección podrá ordenar la demolición parcial o total de una obra que se haya realizado sin licencia, con cargo al propietario, poseedor o responsable, independientemente de las sanciones a que pudiera haber lugar. | Se contará con los permisos correspondientes vigentes durante la etapa de construcción del proyecto, a fin de evitar este tipo de sanciones administrativas. |
| | **Del uso, operación y mantenimiento de las edificaciones**<br>**Artículo 215**. Los propietarios o poseedores de las construcciones y predios tienen obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, evitar que se conviertan en molestia o peligro para las personas o los bienes, reparar y corregir los desperfectos, fugas y consumos excesivos de las instalaciones, y observar, además, las siguientes disposiciones: | Los propietarios de cada vivienda serán responsables de llevar a cabo los mantenimientos correspondientes, el comité del fraccionamiento será el responsable de vigilar y realizar las denuncias correspondientes cuando así se requiera. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Del director responsable de obra**<br>**Artículo 220**. Director Responsable de Obra, es el profesional de la construcción que se hace responsable de la observancia de este Reglamento en las obras para que otorgue su responsiva, de igual manera es quien dirigirá en su totalidad la obra de acuerdo al Contrato de Prestación de Servicios Profesionales. | Se designará el responsable de obra y este deberá cumplir con lo estipulado en el Título V, capítulo IV Reglamento |
| | **De la inspección y vigilancia**<br>**Artículo 235**. Para comprobar el cumplimiento de los preceptos contenidos en el presente Reglamento, la Dirección, podrá realizar en cualquier momento visitas de inspección o verificación, de conformidad con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Inspección y Verificación. | Derivado de las visitas al proyecto, la autoridad municipal podrá imponer medidas de seguridad preventivas de ejecución inmediata, de carácter temporal, cuyo objetivo es evitar el daño a personas o bienes. En los casos en que así lo determine la autoridad, se aplicarán las sanciones previstas con cargo a los titulares de las licencias y/o permisos, y/o a los responsables solidarios. Con base en lo establecido en el Titulo Sexto capítulo II y III del Reglamento.<br><br>Se acatará lo dispuesto en el Reglamento de Construcción y lo establecido en las respectivas licencias de subdivisión y construcción para evitar sanciones administrativas. Se alentará a los propietarios de los lotes a que de igual manera cumplan con la reglamentación municipal. |
| | **De las normas técnicas complementarias**<br>**Artículo 256**. Las especificaciones técnicas que se contienen en los literales de este Título mantendrán su vigencia en tanto se expiden nuevas Normas Técnicas Complementarias para cada una de las materias que regulan. | Se atiende lo establecido en la tabla de clasificación de construcciones señalada en el Título séptimo capítulo I del Reglamento.<br><br>Se contempla la construcción de **vivienda unifamiliar residencial de 100 a 250m$^2$ de construcción por vivienda**, con los requisitos mínimos para estacionamiento, habitabilidad y funcionamiento. Los requerimientos mínimos de agua potable serán los indicados por la CEA y de la distribución de espacios en la vivienda serán aprobados por la DDUOT del municipio de Jalpan.<br><br>La Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial establecerá las restricciones que juzgue necesarias para la construcción o para uso de los bienes inmuebles ya sea en forma general, en fraccionamientos, en lugares o en predios específicos, y las hará constar en los permisos, licencias o constancias de alineamiento o zonificación que expida, quedando obligados a respetarlas los propietarios o poseedores de los inmuebles y serán sujetos de verificación por la autoridad municipal durante su desarrollo, hasta el aviso de conclusión de obra, para que la autoridad pueda autorizar su ocupación. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| **II.8. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)**<br><br>II.8.1. DECRETO DEL AREA NATURAL PROTEGIDA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA | **ARTÍCULO PRIMERO. -** Se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada "Sierra Gorda", en la parte que se ubica en el Estado de Querétaro, con una superficie territorial de 383,567-44-87.5 ha. | El proyecto se localiza en la zona de amortiguamiento del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Se toma como referencia la poligonal publicada en el portal: https://sig.conanp.gob.mx/KML |
| | **ARTÍCULO QUINTO. -** La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca formulará el programa de manejo de la reserva de la biosfera "Sierra Gorda" | El programa de manejo del ANP fue publicado en el DOF el día de mayo de 2000 con el cual se vincula la congruencia del proyecto. |
| | **ARTÍCULO SEXTO.-** En la reserva de la biosfera "Sierra Gorda" no se podrá autorizar la fundación de nuevos centros de población | El proyecto se localiza al interior de los límites del Centro de Población de Jalpan de Serra, conforme a la zonificación del PDUCPJS en un uso urbano habitacional H2. |
| | **ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO. -** Cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la zona de amortiguamiento que comprende la reserva de la biosfera "Sierra Gorda", deberá sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables. Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental | El proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental como lo establece este artículo; el art. 28 d la LGEEPA y 5to del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. |
| **II.9. PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA CON EL CARÁCTER DE RESERVA DE LA BIOSFERA LA REGIÓN SIERRA GORDA** | **4. Componentes de Manejo**<br>**Componente de zonificación**<br>La zonificación de la Reserva de la Biosfera "Sierra Gorda" se basa en los dos tipos de zona que maneja la LGEEPA para este tipo de áreas naturales: Zonas Núcleo y Zona de amortiguamiento. Misma que quedó asentada en el Decreto de Creación del área. | El proyecto se localiza de conformidad con la zonificación del PM<br><br>*Subzonas de aprovechamiento intensivo: Áreas en las que se ubican los asentamientos humanos y áreas aledañas a éstas, en donde se favorecerá la utilización de los recursos naturales de un modo intensivo y se ordenarán las actividades productivas de las comunidades, previamente contempladas en los programas y planes de desarrollo urbano locales.*<br><br>El proyecto se localiza dentro de los límites del PDUCPJS, por lo que es congruente con la zonificación del PM. |
| | **Componente Conservación, Manejo y Rehabilitación** | Se lleva a cabo la solicitud de cambio de uso del suelo en terrenos forestales ante la SEMARNAT, para el retiro de vegetación en la superficie de construcción. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Promover ante las autoridades competentes en la materia la regulación de los cambios de uso del suelo en la reserva. | |
| | Promover su control y regular las quemas de todo tipo | Los residuos vegetales derivados del desmonte se picarán y dispersarán en las áreas de reubicación y reforestación, el material de despalme se enviará al banco de tiro; los residuos sólidos urbanos recolectados durante la preparación del sitio y los generados por la construcción y los generados por los habitantes durante la operación y mantenimiento, serán enviados al relleno sanitario, por ningún motivo se empleará el fuego en el control de residuos. Esta acción será regulada y vigilada por el municipio. |
| | Establecer mecanismo de concertación para asegurar la disponibilidad de agua para la flora y fauna | La fuente de abastecimiento de agua a emplear en las actividades del proyecto será suministrada por proveedores, para humedecer y compactar las superficies de construcción; en la reforestación se contemplan riegos de auxilio en la temporada de estiaje en los primeros dos años después de su plantación. No se empleará agua de embalses considerando no se comprometer el abasto a la fauna silvestre. |
| | Programas de conservación, restauración, rehabilitación y mejoramiento de suelos. | Se llevarán a cabo medidas de conservación y mejoramiento de suelos para compensar la infiltración de la superficie. El tipo de obras, sus dimensiones y ubicación se describen en el programa anexo. |
| | Promover la aplicación de planes y programas de desarrollo urbano municipal acordes con los objetivos del ANP. | El proyecto se localiza en un uso URBANO H2, por lo tanto, contribuye y es congruente con la aplicación del PDUCPJS. |
| | Fomentar la formación de brigadas de vigilancia participativa entre las comunidades que habitan la Reserva | Se contará con un supervisor ambiental para seguimiento al programa de vigilancia ambiental, durante las actividades de preparación del sitio y construcción, presentando los informes de cumplimiento correspondientes.<br>El proyecto podrá ser supervisado por el personal de la RBSG cuando sea requerido a fin de constatar su aplicación. |
| | Promover la recuperación de especies cuyas poblaciones naturales se encuentren disminuidas | Se llevará a cabo el rescate y reubicación de un porcentaje de especies forestales removidas en la superficie de CUSTF, con mayor valor de importancia (IVI) y se emplearán 6 especies locales en la Reforestación de 2.8 ha, para compensar la superficie afectada, estableciéndola dentro de la región ecológica. |
| | Coordinar la restauración de las áreas siniestradas, deforestadas y erosionadas | Se llevará a cabo un programa de reforestación en una superficie degradada 2.8 ha dentro de la región ecológica, para compensar la superficie afectada por el CUSTF. Se anexan el programa de reforestación y el de Conservación de suelos. |
| | **<u>Componente de investigación y monitoreo</u>** | No se encuentra disponible el banco de datos en el portal del ANP, sin embargo, se utilizó la información disponible en la red sobre estudios realizados en la Reserva. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Establecer un banco de datos y referencias sobre investigaciones que han sido desarrolladas en la reserva | |
| | Fomentar estudios que determinen el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas. | La manifestación de impacto ambiental determina el estado actual de los componentes ambientales respecto a su estado óptimo potencial y los impactos derivados de la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. |
| | Impulsar la investigación científica de especies endémicas, relevantes y con estatus de protección (flora y fauna). | Durante el inventario de especies vegetales y animales se lleva a cabo el registro y la identificación de aquellas con mayor índice de valor de importancia, proporcionando información sobre la metodología a emplear para su protección en el programa de manejo de vegetación propuesto.<br><br>No se detectaron en el inventario, especies vegetales o animales en algún estatus de conservación que puedan resultar afectadas por el proyecto de urbanización del predio.<br><br>Se llevarán a cabo las acciones de seguimiento y cumplimiento del plan de vigilancia ambiental durante las actividades de preparación del sitio y construcción (introducción de los servicios básicos); el seguimiento y evaluación a las especies trasplantadas y seguimiento y mantenimiento a la reforestación en los sitios propuestos para la compensación de los impactos generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, garantizando su establecimiento. |
| | Implementar un sistema de monitoreo de las áreas reforestadas y de regeneración natural | El proyecto contribuye mediante los informes correspondientes al seguimiento de los programas de manejo de vegetación y reforestación, presentados a la SEMARNAT, PROFEPA y Dirección del ANP para su verificación y validación. |
| | **Componente Aprovechamiento de Recursos, Uso Público y Protección Ambiental**<br><br>Concertar con los municipios la aplicación de Planes y Programas de Desarrollo Urbano que incluyan zonificación y estructuración y sean compatibles con el Programa de Manejo. | El proyecto se localiza dentro de la poligonal del PDU de Jalpan de Serra. La RE se encuentra abarcando los usos de suelo urbano, de protección ecológica y protección ecológica forestal como se destalla y se vincula con el PDUMJS en el apartado correspondiente.<br><br>Se solicita autorización para la realización de la obra conforme a los instrumentos normativos de ordenamiento territorial y de Desarrollo Urbano, compatibles con el Programa de Manejo del ANP. |
| | Promover ante los municipios la generación y concentración de servicios públicos en las principales poblaciones. | El municipio de Jalpan de Serra concentra gran cantidad de los servicios públicos a nivel regional. Motivo por el cual el proyecto pretende la ocupación de un área destinada para el crecimiento urbano mediante la subdivisión en lotes y la provisión de la infraestructura para los servicios básicos agua, luz y alcantarillado sanitario. Contando con la factibilidad por parte del organismo operador. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Impulsar y promover programas de letrinización entre las comunidades de la reserva, enfatizando acciones de coordinación con el sector gubernamental para su implantación. | El sanitario para los trabajadores será provisto con un biodigestor autolimpiable que cumple con la normatividad. Durante la construcción de viviendas de igual manera se atenderá el manejo de residuos sanitarios en el biodigestor.<br><br>Durante la operación, el proyecto contará con red sanitaria conectada al colector de drenaje, para su disposición y tratamiento de efluentes en la PTAR del municipio. |
| | Diseñar una estrategia regional de manejo de residuos sólidos. | Los residuos sólidos generados por el proyecto serán separados y enviados al relleno municipal. Se priorizará su reciclaje, enviando los valorizables a centros de acopio y solo los no reciclables para su confinamiento.<br><br>Durante la operación los residuos generados en las viviendas serán gestionados por el servicio de limpia municipal. |
| | Promover ante las instancias gubernamentales la regulación de toda actividad que pudiera producir contaminación visual en el área que comprende la reserva. | La construcción del proyecto considera en su diseño una mínima afectación al relieve. Se ejecutará el proyecto por etapas. La introducción de energía eléctrica y la edificación progresiva de viviendas no se constituye una contaminación visual del sitio al quedar inmersa en la zona urbanizada. Se regulan por parte del municipio las construcciones, infraestructura y colocación de espectaculares. |
| | **Componente de Educación, Difusión y Capacitación**<br><br>Promover la participación voluntaria en acciones de conservación y aprovechamiento sustentable del medio ambiente. | Se llevará a cabo la señalización temporal del proyecto promoviendo el manejo de residuos sólidos y la protección de flora y fauna en el área, a fin de crear conciencia en los trabajadores y habitantes evitando el saqueo o la afectación de la vegetación fuera de la superficie autorizada.<br><br>Se impartirá una plática de concientización ambiental al personal del proyecto.<br>Se coordinará con la Dirección del ANP la participación en un proyecto de conservación. |
| | Diseñar e implementar un programa de capacitación para las comunidades, prestadores de servicios y servidores públicos sobre el programa de manejo de la reserva y la legislación vigente en la materia. | La elaboración de la manifestación de impacto ambiental se lleva a cabo vinculando las actividades del proyecto con el PM de la RBSG.<br><br>Se llevará a cabo la plática de concientización para el personal, además se mantendrá la supervisión ambiental durante la preparación del sitio y construcción a fin de que se ejecuten correctamente las medidas propuestas en el Programa de vigilancia ambiental. |
| | **Componente de Administración**<br><br>**Regla 1**.- Las presentes reglas son de observancia general y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, de acuerdo con la zonificación establecida. | Al ubicarse el proyecto al interior del ANP, se lleva a cabo la vinculación con el PMRBSG para su cumplimiento, como lo establece esta regla administrativa. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Regla 4.-** "Los usos y aprovechamientos que se pretendan realizar dentro de la Reserva, se sujetaran a las disposiciones establecidas en la LGEEPA, LF (ahora LGDFS), LAN y demás leyes aplicables en la materia". | Se llevan a cabo los trámites correspondientes por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la remoción para la remoción de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, en una superficie de 2.7316 ha.<br>La MIA-P se realiza en cumplimiento de las disposiciones contenidas en la normatividad ambiental, por tratarse de una obra al interior del ANP y que conlleva a la remoción de la vegetación forestal en la superficie del predio. Se cumple con todos los instrumentos jurídicos aplicables en cada una de las actividades previstas. |
| | **Regla 6.-** "Se requiere autorización por parte de la SEMARNAP (ahora SEMARNAT), para la realización de las siguientes actividades: III. Cambio de utilización de los terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal, y V. Realización de obras de infraestructura". | Se elabora la presente manifestación de impacto ambiental para obtener el permiso al que se refiere esta regla administrativa por el cambio de uso de suelo en la superficie afectada, y la construcción y operación del proyecto de urbanización. Se somete a evaluación el ETJ, bajo el número de bitácora: 22/DS-0091/02/26, relativo al CUSTF en 2.7316 ha del predio en las que se removerá vegetación forestal. |
| | **Regla 33.-** "En la zona de amortiguamiento podrán continuar realizándose las actividades mineras, forestales y agropecuarias que cuenten con la autorización respectiva, y aquellas emprendidas por las comunidades que ahí habiten, y que sean compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable y la vocación del suelo, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico, en los términos del Decreto por el que se establece la Reserva y el Programa de Manejo y demás disposiciones legales aplicables. | El proyecto se sitúa sobre la zona de amortiguamiento en la sub-zona de aprovechamiento intensivo (Desarrollo urbano). En una superficie con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; por lo que se solicita la autorización dentro del marco regulatorio por las leyes ambientales en nuestro país. El proyecto no interfiere con las actividades productivas de la zona, estas se verán enormemente beneficiadas por la derrama económica que se genere durante la preparación del sitio y construcción y la calidad de vida de sus habitantes. |
| | **Regla 34.-** El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales dentro de la Reserva, incluyendo las descargas de aguas residuales, deberá apegarse a lo previsto en la LAN, en la LGEEPA y demás disposiciones legales aplicables. | El promovente llevará a cabo la introducción de infraestructura sanitaria al interior del fraccionamiento y su conexión al colector municipal que permita el manejo de las aguas sanitarias derivadas de la urbanización del predio, conforme al informe técnico de incorporación de la CEA para la factibilidad de suministro de agua potable y tratamiento de las aguas sanitarias. |
| | **Regla 40.-** "El aprovechamiento forestal sustentable o el cambio de uso del suelo deberán sujetarse a los términos de la LF, de la LGEEPA, sus respectivos Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas". | La solicitud de evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se sustenta conforme a lo señalado en la LDFS y su reglamento, el análisis del CUSTF se incluye en el apartado correspondiente de la MIA-P. |
| | **Regla 41.-** "Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva, deberá contar previamente a su ejecución con la autorización en materia de impacto ambiental, de conformidad a lo | El presente documento (MIA-P) tiene la intención de obtener la autorización a que se refiere la LGEEPA, mediante la descripción de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se pretende, la identificación y evaluación de los impactos a generar y la |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | previsto en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental". | proposición de medidas para mitigarlos y/o compensarlos y por la realización de obras y operación del fraccionamiento al interior del ANP. |
| | **Regla 57** Sobre las sanciones por incumplimiento de lo que dictan las citadas reglas. | Para cumplimiento de la normatividad con la que se vincula el proyecto el promovente se compromete a llevar a cabo al pie de la letra cada una de las disposiciones y medidas de mitigación y compensación de impacto ambiental derivadas del presente estudio, y contenidas en el programa de vigilancia ambiental, haciendo del conocimiento de la Secretaría mediante informe y pruebas fotográficas; así mismo asegura su cumplimiento mediante el instrumento de garantía exigido por la autoridad ambiental. |
| **II.10. NORMAS OFICIALES MEXICANAS**<br><br>II.10.1. NOM-002 SEMARNAT-1996 03/06/1998, D.O.F | Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas. | Se atenderá lo señalado por el reglamento para el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado del estado de Querétaro, prohibiendo a los usuarios, descargar en el alcantarillado, sustancias consideradas como tóxicas o peligrosas en el CRETIB, Metales pesados. Sólidos o sustancias viscosas que causen obstrucción en el alcantarillado o puedan interferir en los sistemas de tratamiento, tales como grasas basuras o partículas mayores de 13 mm, tejidos animales, lodos, combustibles y aceites en general.<br>Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1 de esta NOM. |
| II.10.2. NOM-003 SEMARNAT-1997 21/09/1998, D.O.F | Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población. | Durante la preparación del sitio y construcción, las aguas residuales sanitarias provenientes de los sanitarios se manejarán en el biodigestor el cual cumple con los estandares señalados por la CONAGUA, realizando su infiltración.<br><br>No se emplearán aguas residuales tratadas en servicios al público, no se tiene previsto su uso en las actividades del proyecto ni en el mantenimiento de áreas verdes, si no cumplen con los límites máximos permisibles, establecidos en la presente NOM |
| II.10.3. NOM-041-SEMARNAT-2015 | Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. | Los vehículos particulares empleados para el transporte del personal, materiales durante las diferentes etapas del proyecto acreditarán la verificación correspondiente aplicable en el estado de Querétaro. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| 10/6/2015, D.O.F. | | Durante la operación será de observancia para los vehículos particulares que circulen al interior del fraccionamiento contar con la verificación vigente. |
| II.10.4. NOM-045 SEMARNAT-2017 08/03/2018, D.O.F | Establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. | Los camiones de volteo para el transporte de materiales cumplirán con la norma durante las diferentes etapas del proyecto. Ingresarán con el mantenimiento preventivo y presentarán la boleta de verificación vigente.<br><br>En cualquier etapa del proyecto, para reducir emisiones se evitará que la maquinaria y los camiones de transporte permanezcan encendidos cuando se encuentren en reposo. |
| II.10.5. NOM-052-SEMARNAT-2005 23/06/2006, D.O.F | Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. | Con base en esta norma se llevó a cabo la clasificación de residuos peligrosos que serán generados en las actividades del proyecto, a fin de que reciban el manejo adecuado de acuerdo a su tipo.<br><br>Durante la operación del proyecto se reglamentará la generación y disposición de residuos peligrosos en apego a lo que establecen esta norma, la ley y reglamento correspondientes. |
| II.10.6. NOM-080 SEMARNAT-1994 13/01/1995, D.O.F | Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. | Las actividades del proyecto se realizarán únicamente en horarios diurnos de 8:00 am a 6:pm, evitando la molestia a la población por la circulación de vehículos en las vías de acceso.<br><br>Se establecerá que los vehículos y equipo de construcción se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la Norma Oficial Mexicana.<br><br>Durante la operación y mantenimiento el comité del fraccionamiento colaborará con las autoridades, reportando los vehículos que circulen al interior del fraccionamiento y que generen ruidos excesivos para que sean regulados. |
| II.10.7. NOM-161-SEMARNAT-2011-01/02/2013, D.O.F | Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos. | Se llevará a cabo la clasificación de residuos de manejo especial (derivados de la construcción) y los métodos de gestión de los mismos a cargo del fraccionador, quien los trasladará a los sitios señalados por la autoridad municipal para su valorización y reutilización o su disposición en bancos de tito.<br><br>Durante la construcción de viviendas los residuos de manejo especial (RDC) serán responsabilidad de quien los genere de conformidad con el reglamento de construcción, llevando a cabo las acciones necesarias para depositarlos adecuadamente en las áreas asignadas por la autoridad municipal o bancos de tiro. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | Los residuos de excavaciones y demoliciones serán utilizados en el relleno de superficies de construcción, reduciendo su volumen y controlando su erosión. |
| II.10.8. NOM-003-SCT/2008-15/08/2008, D.O.F | Establece las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar todos los envases y embalajes, que identificarán la clase de riesgo que representan durante su trasportación y manejo las sustancias, materiales y residuos peligrosos. | El vehículo y los recipientes empleados para el traslado y despacho de combustibles a la maquinaria pesada en el sitio de construcción, estarán debidamente señalados además de cumplir con el programa de manejo de combustibles y atención a derrames.<br><br>Durante la operación del proyecto no se contempla el manejo de combustibles al interior del fraccionamiento, esta disposición será controlada y vigilada por la autoridad municipal quien aplicará las sanciones correspondientes. |
| II.10.9. NOM-059 SEMARNAT-2010 - 30/12/2010, D.O.F | Identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. | Durante la preparación del sitio (remoción de vegetación) ante la presencia de algún ejemplar catalogado no detectado en el inventario de flora; se llevará a cabo su registro, manejo y reporte correspondiente.<br><br>Ante la presencia de fauna silvestre en el sitio que deba ser reubicada, se revisará que no se encuentre incluida en alguna categoría de riesgo comforme a la NOM y PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 y llevar a cabo las medidas tendientes a su manejo y protección.<br><br>Durante las etapas de construcción se continuará aplicando el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial atención en las especies catalogadas que puedan presentarse.<br><br>El municipio aplicará el reglamento de ecología a los habitantes del municipio en el que se contemplan acciones de protección a la flora y fauna, solicitando el apoyo de la CONANP para el rescate de ejemplares en caso necesario. |
| **II.11. TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES**<br><br>II.11.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS), AGENDA | **1 Fin de la pobreza**<br>Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo. | Se generarán empleos temporales y fijos, por un periodo de 5 años. El proyecto permitirá a familias la adquisición de lotes para la construcción de vivienda, lo que permitirá el acceso a la propiedad, y vivienda adecuada, mejorando así su calidad de vida. |
| | **2 Hambre cero**<br>Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. | El desarrollo del proyecto se lleva a cabo en un uso urbano habitacional, evitando la ocupación de tierras destinadas a la productividad agrícola. |
| | **3 Salud y bienestar**<br>Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. | Se llevará a cabo el manejo adecuado de los residuos y sustancias peligrosas para evitar contaminación del suelo; se mantendrán controladas las emisiones atmosféricas y un programa de mantenimiento frecuente a la maquinaria y vehículos empleados en el proceso constructivo. Se manejarán adecuadamente las aguas sanitarias y los residuos sólidos urbanos para evitar enfermedades. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| 2030 | **4.- Educación de calidad**<br>Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. | Se contratarán trabajadores mayores de edad, para evitar la deserción escolar de menores. Se emplearán profesionales en materia ambiental, ingenieros, arquitectos, para el diseño del proyecto y para la ejecución de las medidas de mitigación. |
| | **5 Igualdad de genero**<br>Se fomentará el respeto, igualdad de trato y la participación activa de las mujeres en las actividades del proyecto. De igual manera se implementarán acciones de sensibilidad entre los trabajadores del proyecto para promover un entorno laboral adecuado, evitando así la discriminación. | Se fomentará el respeto, igualdad de trato y la participación activa de las mujeres en las actividades del proyecto. De igual manera se implementarán acciones de sensibilidad entre los trabajadores del proyecto para promover un entorno laboral adecuado, evitando así la discriminación. |
| | **6 Agua limpia y saneamiento**<br>Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. | Se garantizará a los habitantes del fraccionamiento acceso de agua potable, instalando infraestructura en las vialidades, disponible y operando para que cada vivienda realice su conexión, previo contrato individual con el organismo operador (CEA) encargada del suministro y el cobro de cuotas en función del consumo registrado en cada vivienda. Durante la construcción, se utilizarán fuentes de agua autorizadas y designadas por la autoridad municipal, de tal forma que se cuide su uso.<br><br>Se contribuirá con la conservación del recurso hídrico al limitarse el consumo de agua en el fraccionamiento de acuerdo con el gasto asignado por la CEA, encargada de la administración de las aguas de jurisdicción estatal para garantizar su disponibilidad a largo plazo.<br><br>Se dotará de sanitario con biodigestor a los trabajadores, las aguas tratadas serán infiltradas. Las aguas sanitarias domiciliarias serán descargadas al alcantarillado municipal para su conducción a la PTAR. Se tomarán en cuenta las disposiciones del Reglamento para el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado del Estado de Querétaro, evitando descargar sustancias contaminantes, residuos peligrosos, etc.; así mismo se vigilará por parte del promovente y la CEA su respectivo funcionamiento evitando derrames hacia la vía pública.<br><br>El escurrimiento intermitente cercano al CUSTF no se afecta; las actividades del proyecto se realizarán en épocas de secas para evitar el aporte de sedimentos y se realizarán obras de conservación del suelo.<br><br>Se hará un uso racional del agua en el proyecto para ello se promoverá el uso de dispositivos ahorradores en las viviendas y evitar el desperdicio. Además, se promoverá el tratamiento de las aguas sanitarias generadas durante la construcción. |
| | **7 Energía asequible y no contaminante** | El proyecto contempla la instalación de infraestructura necesaria en la red eléctrica para evitar caídas de tensión; cada vivienda realizará su |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. | conexión, previo contrato individual con la CFE. Se fomentará entre los dueños la integración de sistemas ahorradores de energía eléctrica. |
| | **8 Trabajo decente y crecimiento económico**<br>Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. | Se generarán empleos temporales; el personal del proyecto recibirá un salario justo sin distinción del sexo. Se podrán emplear mujeres en algunas actividades del proyecto, respetando en todo momento el horario laboral. |
| | **10 Reducción de las desigualdades**<br>Reducir la desigualdad en y entre los países. | Durante la vigencia del proyecto se contribuye a aumentar los ingresos de los trabajadores que mitiguen la pobreza de la zona, generando mejores oportunidades de vida al contar con un ingreso temporal. |
| | **11 Ciudades y comunidades sostenibles**<br>Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. | El proyecto contribuye con el acceso a la vivienda, los dueños podrán construir su vivienda contando con todos los servicios básicos (luz, agua, drenaje) necesarios para habitarla.<br><br>Durante la operación se mitigarán las emisiones de CO2 mediante la limitación de vehículos, cumplimiento de la verificación de emisiones contaminantes aplicable a los vehículos en el estado de Querétaro, lo que obliga a los dueños a darles mantenimiento y reducir las emisiones considerablemente. Se ejecutará un programa de manejo integral de residuos durante la vigencia del proyecto; se contemplan estrategias para la separación, reciclaje, reúso, manejo y disposición final de los diferentes tipos de residuos.<br><br>El fraccionamiento contará con 2 áreas verdes integradas por vegetación nativa para la recreación de los habitantes, contribuyendo con su bienestar y mantener los servicios ambientales que aporta la cobertura vegetal.<br><br>El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en áreas forestales. Se reforestará un área degradada al interior de la RE (generando beneficios ambientales a esta zona), además del rescate de ejemplares con mayor valor de importancia ecológica, y la construcción de obras de conservación de suelo, para reducir el impacto causado por el CUSTF.<br><br>Se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para los impactos a la vegetación, fauna, agua y suelo por la ejecución del proyecto, a fin de mantener el patrimonio natural del municipio y del estado de Querétaro. |
| | **12 Producción y consumo responsable**<br>Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. | Se realizará la separación de residuos orgánicos, inorgánicos, peligrosos; los residuos serán llevados a centros de acopio, relleno sanitario y empresa especial, respectivamente, para su tratamiento o disposición final, garantizando el manejo adecuado de todos los residuos generados en el proyecto. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | Se impartirán pláticas de concientización ambiental a los trabajadores del proyecto, para evitar afectación de los recursos con los que van a interactuar dentro del predio o cercanos a este. Resaltando pláticas sobre la conservación del ANP, de la protección de la flora y fauna, gestión de residuos y protección de escurrimientos cercanos. Así mismo, se creará un comité con los habitantes del fraccionamiento que vigilará la conservación de las áreas verdes dentro del predio, y se encargarán de mantener el orden y limpieza del fraccionamiento en coordinación con la autoridad municipal, haciendo las denuncias correspondientes por daños ambientales. |
| | **13 Acción por el clima**<br>Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. | El proyecto se encuentra en una región de baja vulnerabilidad climática; se compensará la remoción de vegetación por efecto del CUSTF, mediante la reforestación de una superficie degradada al interior de la RE y obras de conservación de suelo. Se dará una plática de concientización al personal sobre la importancia del cuidado de los recursos naturales. |
| | **15 Vida de ecosistemas terrestres**<br>Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. | La vegetación remover es vegetación secundaria en proceso de degradación. Se plantean medidas que compensarán y mantendrán la biodiversidad y los servicios ambientales de la superficie afectada. El escurrimiento temporal más cercano no constituye una zona federal y no es interceptado por el CUSTF. Serán preservados su lecho y márgenes para que mantenga su funcionalidad y sus servicios.<br><br>Se reforestará una superficie degradada al interior del RE para compensar la pérdida de vegetación por ejecución del CUSTF; se realizará el rescate y reubicación de especies con el mayor índice de valor de importancia ecológica, para reestablecer los servicios ambientales.<br><br>Las obras propuestas en el programa de conservación de suelo; la reubicación de los ejemplares indicados en el programa de manejo de vegetación; y el programa de reforestación, se llevarán a cabo en zonas deterioradas para contribuir con la restauración y mejoramiento de los servicios ambientales que provén.<br><br>Se ejecutará el programa de manejo de vegetación para mantener la biodiversidad de la RE. Las especies afectadas con el CUSTF se encuentran ampliamente distribuidas en la RE, por lo que no se pone en riesgo su permanencia. Tampoco serán afectadas especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.<br><br>Se impartirá una plática de concientización ambiental al personal; quedará estrictamente prohibido, dañar o extraer fauna silvestre. Se creará un comité del fraccionamiento para la vigilancia y denuncias |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | correspondientes por daños ambientales, protegiendo la vegetación y la fauna del AID.<br><br>Se emplearán especies locales en la reforestación y se mantendrá la vegetación nativa en las áreas verdes del proyecto para conectividad de los ecosistemas, evitando la introducción y distribución sin control de especies invasoras.<br><br>Se compensarán los servicios ambientales que se verán reducidos; se mantendrá señalización en áreas estratégicas del predio para evitar la dispersión de residuos y la afectación de vegetación aledaña o fauna silvestre; se prevé mantener letreros alusivos en las áreas verdes durante la etapa de operación y mantenimiento. Queda estrictamente prohibido, dañar o extraer especímenes de flora y fauna silvestres, cualquier acción será sancionada de acuerdo a la ley.<br><br>Con recursos propios, el promovente realizará todas las medidas propuestas en la MIA-P y las derivadas del resolutivo, con la finalidad de que el proyecto tenga el menor impacto ambiental y se desarrolle con un enfoque de sustentabilidad. |
| | **15 Vida de ecosistemas terrestres**<br>Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. | Durante las actividades del proyecto estará prohibido cualquier tipo de violencia manteniendo un sitio laboral armonioso. |
| | **17 Alianzas para lograr los objetivos**<br>Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. | El proyecto contribuye con la aplicación de la mayoría de los objetivos de desarrollo sostenible a nivel local (municipio), en la medida de sus alcances (impactos ambientales). |
| | | |
| **II.12. OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS**<br><br>II.12.1. REGLAMENTO | **Título primero, Capítulo IV De las Formas de administración de los servicios**<br><br>**Artículo 10.** Las formas de Administración de los servicios públicos que utilizará el Ayuntamiento para asegurar su<br>prestación son:<br>I. Administración directa, cuando el Ayuntamiento por conducto de sus dependencias o por medio de organismo paramunicipales preste directamente el servicio. | Durante la operación y tras la entrega recepción del fraccionamiento el municipio a través de los organismos operadores se hará cargo de la prestación de los mismos. Previo a la entrega recepción se llevará a cabo por el fraccionador y los organismos operadores, cubriendo los requisitos y pagos correspondientes a la factibilidad y conexión de los mismos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA | **Título segundo, Capítulo II de la prestación del servicio de limpia**<br>**Artículo 23.** Para mejorar la prestación del servicio de limpia, la Dirección de Servicios Municipales deberá:<br>IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos observando lo dispuesto en las legislaciones federal y estatal en la materia | El fraccionador llevará a cabo la recolección de los residuos sólidos urbanos del fraccionamiento, hasta la entrega recepción del fraccionamiento, posteriormente será atribución del municipio. |
| | **Capítulo III de las obligaciones de los propietarios**<br>**Artículo 24.** Todos los vecinos del municipio, en materia de limpia tienen las obligaciones siguientes:<br><br>I. Depositar la basura proveniente de su domicilio, en los depósitos o recipientes que los interesados utilicen provisionalmente.<br>II. Barrer y conservar limpia el área que les corresponde de su banqueta y calle, ambas en frente de su domicilio.<br>III. Participar en las campañas a que convoque la autoridad municipal en materia de limpieza. Los propietarios de solares o predios baldíos deberán mantenerlos limpios o bardeados.<br>IV. Racionalizar el uso de agua potable para la utilización doméstica.<br>V. Cubrir las cuentas y tarifas que indique la Dirección de Finanzas Públicas Municipales para la prestación de los servicios. | Se harán cumplir las obligaciones de los habitantes a través de la coordinación del comité del fraccionamiento con las autoridades municipales.<br><br>Los responsables de construcciones depositarán los escombros y desechos de materiales, por su cuenta en los sitios señalados por el ayuntamiento, podrán depositarlos provisionalmente por un término de tres días a la orilla de banqueta y calle buscando no obstruir el paso personal o vehicular. En caso de que un usuario desee un servicio de recolección de residuos sólidos o desperdicios en forma especial, el personal de servicios públicos prestará el servicio previo pago de derechos a la Dirección de Finanzas Públicas Municipales. |
| | **Capitulo V De las prohibiciones**<br><br>**Artículo 31.** Para el mejor cumplimiento del servicio se prohíbe<br>I. Arrojar residuos sólidos y desperdicios en la vía pública, áreas verdes, lotes baldíos, avenidas, camellones o cualquier lugar público.<br>II. Realizar necesidades fisiológicas en la vía pública, áreas verdes y lotes baldíos<br>VIII. Quemar llantas o cualquier material contaminante en la vía pública, y en caso que sea en propiedad privada intervenir ante los responsables para evitarlo.<br>IX. Estará estrictamente prohibido depositar o tirar cualquier tipo de residuos, en lugares que no se encuentren destinados para tal fin.<br>X. - Los usuarios del servicio de recolección y acopio de residuos sólidos urbanos, tendrán la obligación de hacer | Se establecerá en el reglamento interno del fraccionamiento las obligaciones y prohibiciones señaladas en este reglamento para su cumplimiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | la entrega de los mismos, colocándolos al frente de sus domicilios los días en que pase el camión recolector.<br>V. Realizar cualquier actividad que provoque desaseo en la vía pública. | |
| | **Título Quinto, Capítulo I Servicio de calles, parques y jardines**<br>**Artículo 66.** Los centros de población del Municipio, deberán de contar con obras viales, jardines y parques públicos y de recreación, debidamente equipados. Para tal efecto, el Municipio implementará los proyectos de desarrollo urbano para que se ejecuten con la participación de los sectores social, privado y público. | Se lleva a cabo la distribución de superficies señaladas por los instrumentos en materia de desarrollo urbano para ser presentados a la autoridad municipal en el trámite de lotificación. Llevando a cabo al concluir las obras requeridas con la entrega recepción de las superficies señaladas en el Código Urbano.<br><br>Se llevará a cabo durante la operación las obligaciones señaladas en el Capítulo III art. 72 para la conservación y mantenimiento. Y a las prohibiciones señaladas en el capítulo IV art. 73 |
| II.12.2. REGLAMENTO DE ECOLOGÍA PARA EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA, QUERÉTARO | **Título Primero Normas preliminares**<br>**Artículo 2.-** Se considera de orden público y de alta prioridad social, la protección y mejoramiento del ambiente, la adecuada disposición de residuos municipales, el aprovechamiento racional de los elementos naturales del territorio municipal y el ordenamiento ecológico local. | Se solicita autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Los residuos del desmonte se emplearán en el mejoramiento del suelo y cercado de la reforestación. Se realizará el manejo de los residuos generados por la construcción del proyecto como se establece en el apartado correspondiente. Durante la operación n Se llevará a cabo la separación de residuos desde las viviendas, para su entrega al servicio de limpia, quien llevará a cabo su manejo y disposición final.<br><br>En relación al ordenamiento ecológico, el proyecto se lleva a cabo al interior del polígono del PDUCPJS en un uso de suelo Habitacional (H2), debido a que el POEREQ no contempla en su zonificación diferenciar las superficies urbanizadas, se lleva a cabo la vinculación con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera. |
| | **Artículo 6.-** Se considera de utilidad pública:<br>I.- El establecimiento de parques urbanos, zonas sujetas a protección y conservación ecológica y zonas prioritarias de recuperación dentro de la jurisdicción municipal.<br>II.- El establecimiento de zonas intermedias de salvaguarda con motivo de la realización de actividades consideradas como riesgosas.<br>III.- El ordenamiento de las actividades de los particulares para propiciar localidades ecológicamente planificadas y bajo el esquema de desarrollo sustentable. | Se consideran las superficies señaladas por la autoridad para el uso de áreas verdes urbanas dentro del fraccionamiento, llevando a cabo la donación al municipio.<br>Desde la planeación del proyecto se verificó que no se encontrara en zonas de salvaguarda por motivo de realización de actividades riesgosas.<br>El proyecto se establece en la superficie destinada al uso urbano lo que la mantiene contigua al desarrollo actual adecuado para la conexión a los servicios y la reducción de impactos por el fraccionamiento de hábitats conservados. |
| | **Artículo 22.-** Para la conducción de la política municipal:<br>VI.- En cualquier caso, será justificado respetar el uso y vocación del suelo programado en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal correspondiente para las diferentes áreas que conforman el territorio municipal, salvo que exista una actualización del mismo modificando el uso señalado | Desde la planeación del proyecto se aseguró que la superficie de construcción se encontrara en un uso habitacional, congruente con el uso que se pretende, como lo establece el dictamen correspondiente. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 28.-** el Municipio tiene facultades para:<br>I.- Formular, conducir y evaluar la política ambiental municipal y establecer planes y programas de ecología y protección al ambiente para el Municipio.<br>II.- Procurar, la preservación, conservación, restablecimiento y mejoramiento del medio ambiente y la disminución de la contaminación del agua, el suelo y el aire. | Además de lo previsto en el programa de vigilancia ambiental a reportarse a la SEMARNAT; el municipio tiene las atribuciones de ordenar en las licencias de construcción las medidas tendientes a procurar la preservación del ambiente y evitar la contaminación del suelo, agua y aire, dentro de su territorio, por lo que el proyecto también es regulado por los instrumentos normativos municipales y sujeto a supervisiones y a las sanciones a las que haya lugar en caso de incumplimiento. |
| | **Artículo 32.-** Vigilar la operación de vehículos públicos y privados que transiten en la jurisdicción municipal y aplicar las sanciones correspondientes cuando contaminen ostensiblemente por humo o ruido, así como dictar las medidas conducentes para retirar de la circulación a vehículos que reincidan en contaminación del aire. | Los vehículos empleados en la ejecución del proyecto cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables, las autoridades municipales tienen la facultad de limitar o suspender el tránsito a las unidades que no cumplan con la baja emisión de contaminantes; se evitará ser sancionado |
| | **Artículo 34.-** Sancionar quemas no autorizadas de cualquier tipo de residuo. | Quedará prohibida la quema de cualquier tipo de residuos generados por el proyecto. |
| | **Artículo 37.-** Aplicar en coordinación con el organismo administrador del agua en el municipio, las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de contaminación de las aguas que se descarguen a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población así como de las aguas nacionales y realizar mediante acuerdo previo trabajo, programas de vigilancia supervisión y ejecución de obras, así como programas de restauración que sean requeridos para el funcionamiento adecuado de las redes de agua potable y saneamiento en el territorio municipal. | La infraestructura de agua y drenaje sanitario será construida por el fraccionador, realizando los trámites de conexión con la CEA; el municipio llevará a cabo las medidas de prevención y mitigación para evitar la contaminación del agua; el municipio podrá realizar las visitas que considere necesarias al proyecto a fin de verificar su cumplimiento.<br><br>Los usuarios cumplirán con el reglamento de servicios públicos del municipio de Jalpan de Serra, para el buen uso de los servicios. |
| | **Artículo 45**.- Efectuar la recolección, tratamiento, disposición o transformación de los residuos de tipo doméstico y comercial que sean generados en el municipio, exceptuando los que sean clasificados como peligrosos en la normatividad aplicable. | Los residuos generados por el proyecto serán separados fomentando su valorización y reutilización, los no reciclables serán puestos en el relleno sanitario municipal para su confinamiento.<br>Durante la operación del fraccionamiento, los habitantes llevarán a cabo la separación de los residuos en sus viviendas para su entrega al servicio de limpia municipal. |
| | **Artículo 54**.- Vigilar que los vehículos dedicados al transporte de alimentos, residuos y materiales de cualquier índole que cruzan por el territorio municipal, no rebasen la carga autorizada ni los límites físicos del transporte que los contenga. Lo anterior, a efectos de | Se evitará sobrepasar la capacidad de los vehículos de transporte de residuos generados por el proyecto y serán cubiertos con lonas. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | evitar su derrame durante la circulación, así como riesgos sanitarios. | |
| | **Artículo 60.-** Determinar y extender las autorizaciones correspondientes sobre los sitios para depositar materiales de despalme, residuos de la construcción, de jardinería o cualquier otra índole sin ser peligrosos considerando criterios de recuperación de socavones y depresiones naturales, así como el mantenimiento o terminación de confinamientos controlados. | Los residuos producto del desmonte y el mantillo se emplearán en el mejoramiento de suelos; El material de despalme y los excedentes de excavaciones serán depositados en banco de tiro. |
| | **Título Quinto del control de la contaminación y protección al ambiente**<br>**Capitulo II Prevención y control de la contaminación del aire**<br><br>**Artículo 70.-** Queda prohibida la realización de cualquiera de los siguientes actos, independientemente de las causas que hayan motivado su ejecución:<br>I.- Emitir contaminación en forma de ruido, polvo, humos o vapores en cantidades que rebasen los límites máximos establecidos por las normas oficiales mexicanas aplicables, en niveles que resulten molestos para la población o que tras verificación oficial atenten contra la salud de la población o los ecosistemas locales.<br><br>V.- Efectuar o motivar quemas a cielo abierto de residuos agrícolas como medio para la limpieza y preparación de terrenos de siembra o para deshacerse de materiales de limpieza y deshierbe de terrenos. En este caso se deberán retirar manual o mecánicamente y depositarse en un sitio adecuado para su degradación natural mediante compostaje. | Se vigilará que la maquinaria empleada en las diferentes actividades del proyecto cumpla con las NOMs aplicables, conforme a lo descrito en el apartado correspondiente.<br><br>Los residuos orgánicos derivados del CUSTF (ramas y ramillas) serán picados y dispersos en las áreas de restauración y reubicación, para favorecer la formación de suelo. Se prohíbe la quema de residuos de cualquier tipo.<br><br>Todos los vehículos de transporte de materiales empleados en el proyecto serán cubiertos con lonas desde el sitio de carga hasta el sitio de vaciado en cumplimiento del art. 71 del reglamento<br><br>Se llevará a cabo una revisión previa de los vehículos y maquinaria para verificar que la emisión de humos sea mínima y aquellos que cuenten con la verificación vehicular se encuentre vigente, en cumplimiento del art 72 del reglamento. |
| | **Capítulo III Prevención de la contaminación y uso del agua**<br><br>**Artículo 78.-** En materia de proyecciones de obra nueva, se introducirá la red de drenaje respectiva previo a los trabajos de urbanización o bien en forma paralela al tendido de las redes de distribución de agua potable. | Se llevará a cabo la introducción de infraestructura de drenaje sanitario; agua potable a cargo del fraccionador. El servicio estará a cargo de la CEA. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 79.-** Queda prohibida la realización de los siguientes actos, independientemente de las causas que hayan motivado su ejecución u ocurrencia:<br>IV.- Descargar aguas residuales a drenes y depósitos de agua a cielo abierto cuando exista red de alcantarillado para conducir dichas descargas.<br>VII.- Descargar al alcantarillado de manera única, ocasional o continua: sustancias clasificadas dentro de la categoría CRETIB, sólidos o sustancias densas que obstruyan la circulación a través de las redes de drenaje, tales como basura, animales, lodos, aceites, grasas, metales pesados, así como cualquier compuesto que pueda interferir con la eficacia de los procesos biológicos de tratamiento de las aguas, que afecten la salud pública o los ecosistemas locales. | Las aguas residuales durante la preparación del sitio y construcción serán tratadas en el biodigestor e infiltrándolas al subsuelo, evitando descargas directas al suelo o escurrimientos.<br><br>Durante la operación y mantenimiento se llevarán a cabo las descargas a la red de drenaje municipal en los puntos de conexión que autorice la CEA con base en el DTI para su conducción y su tratamiento en la PTAR. Durante la preparación del sitio y construcción se manejarán residuos de la categoría CRETIB como se describe en el apartado correspondiente; los derivados del mantenimiento de maquinaria serán gestionados en los talleres mecánicos.<br><br>Durante la operación se prohibirá la descarga de este tipo de residuos al drenaje sanitario. Se promoverá el cumplimiento del reglamento de ecología por parte de la autoridad municipal y se sancionarán los actos ilícitos. |
| | **Capítulo IV. Del servicio de aseo público municipal y control de la contaminación del suelo**<br><br>**Artículo 85**.- Tanto las autoridades como la población asentada en zonas urbanas y comunidades del municipio son corresponsables de la limpieza y apariencia sanitaria de calles y sitios públicos. | Durante la preparación del sitio y construcción se mantendrá un orden en las actividades, los sitios despejados y libres de residuo sólidos generados por el proyecto.<br><br>Durante la operación se llevarán a cabo jornadas de limpieza con la participación de los habitantes del fraccionamiento a fin de generar conciencia en mantener las calles y áreas verdes libres de residuos. |
| | **Artículo 99.-** Queda prohibido realizar cualquiera de los actos siguientes, sin importar las causas o motivos que hayan provocado su ejecución ú ocurrencia:<br>VII.- Tirar o depositar escombros de construcción, residuos de jardinería y basura en general en terrenos baldíos, depresiones naturales, hondonadas, bancos abandonados y cualquier otro sitio no autorizado por el Municipio.<br>X.- Transportar en vehículos descubiertos materiales o residuos a granel que por sus características provoquen, al circular, la proliferación de polvos y olores. | Los residuos generados por el proyecto serán dispuestos, por tipo, conforme a lo descrito en el apartado correspondiente.<br><br>Los residuos generados por los particulares en la construcción de viviendas serán dispuestos de la forma y en los lugares que el municipio a través de la DDUOT y servicios municipales considere pertinentes.<br><br>Todos los vehículos de transporte de materiales serán cubiertos con lonas |
| | **Artículo 101.-** Son obligaciones de los habitantes además de las contenidas en el Reglamento de Policía y Gobierno del Municipio de Jalpan de Serra, Qro., en materia ecológica los señalados en este artículo. | Los habitantes del fraccionamiento serán responsables de barrer el frente de su vivienda, entregar los residuos en el lugar y tiempo asignados, cooperar para el mantenimiento de los lugares públicos del fraccionamiento; evitarán usar lotes baldíos como tiraderos, así como participar en campañas de limpieza. Los poseedores de lotes sin construcción darán mantenimientos periódicos |
| | **Artículo 108.-** Son obligaciones de los fraccionadores, encargados o representantes legales de fraccionamientos no entregados oficialmente al Municipio | En tanto no se lleve a cabo la entrega recepción al municipio, las actividades antes señaladas serán responsabilidad del fraccionador. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | I. Mantener barridas y aseadas las banquetas, calles áreas de uso común y lotes baldíos dentro del perímetro de fraccionamiento;<br>II. Recolectar por su cuenta los desechos que se generen en su fraccionamiento.<br>III. Depositar los desechos en los lugares autorizados por la Dirección de Servicios Municipales. | |
| | **Artículo 112.-** Quién efectúe la construcción de obras en el territorio municipal, está obligado a evitar la dispersión de materiales para la construcción, escombros, madera y herramienta en la vía pública. | Se concluirán las obras de construcción previa entrega de las calles al municipio. Durante la operación y mantenimiento se solicitará el permiso para disponer los residuos de manera temporal conforme a lo señalado en el Reglamento e construcción en caso de construcciones y demoliciones. |
| | **Artículo 122.-** Todos los generadores de residuos peligrosos considerados de competencia municipal tales como de comercio y servicios deberán contar con un registro de alta como generados de residuos peligrosos ante la SEMARNAT, quienes contrataran a una empresa prestadora de servicios de recolección, para el transporte de los residuos peligrosos hasta el centro de confinamiento, la cual deberá de contar con las debidas autorizaciones de la SEMARNAT y de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes. | Los residuos peligrosos generados por el mantenimiento de la maquinaria y vehículos serán manejados en los talleres mecánicos.<br><br>Los residuos peligrosos derivados de la construcción serán gestionados a través de una empresa responsable. |
| | **Capítulo VI Del desarrollo urbano municipal y la imagen municipal**<br><br>**Artículo 149.-** Todo nuevo proyecto de construcción de casas habitación en zonas urbanas, villa, pueblo, ranchería o casero deberá contemplar como mínimo la plantación de un árbol al frente de la fachada. | En la construcción de viviendas es atribución de la DDUOT autorizar y supervisar los coeficientes de construcción; entre ellos el CAS (área verde del lote).<br>En la vía pública (banqueta), cada propietario, dispondrá de un espacio para plantar y conservar un árbol, cuidando no interferir con la infraestructura de la red eléctrica, toda vez que son podados por la CFE para evitar riesgo a la población y a la infraestructura. |
| | **Artículo 150.-** Corresponde a las autoridades municipales en sus respectivos ámbitos de competencia, la vigilancia del cumplimiento de este reglamento y demás disposiciones que emanen del mismo. | Durante el periodo de vida útil del proyecto las autoridades Municipales en sus respectivos ámbitos de competencia realizaran el cumplimiento y vigilancia del presente reglamento. |
| | **Artículo 161**.- Existe corresponsabilidad de los individuos y de los grupos sociales de participar en el procedimiento de la denuncia de hechos, actos ú omisiones que produzcan desequilibrio ecológico o daños al ambiente, Para lo anterior, la Dirección establecerá el procedimiento respectivo de atención a la denuncia, mismo que será dado a conocer por medio masivos a la ciudadanía del municipio. | Durante la operación del fraccionamiento el comité organizador será responsable de realizar las denuncias que considere pertinentes por delitos ambientales, para la intervención de las autoridades correspondientes. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| II.12.3. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS | **Art. 4 Párrafo 6**<br>Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar | El proyecto se apega a las Leyes, Reglamentos y NOM´s aplicables al tipo de obra (Desarrollo Urbano), que dictan el deber de respetar, proteger y aprovechar sustentablemente el ambiente y sus recursos naturales; contribuir, a su cuidado y respeto, en aras del bienestar común. Además de atender puntualmente la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental para garantizar el derecho a un ambiente sano. |
| | **Art. 4 Párrafo 8**<br>Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. | El proyecto proveerá las obras de infraestructura para la provisión de los servicios básicos: agua y drenaje sanitario; contando con la factibilidad de los organismos operadores. Ninguna vivienda podrá ser habitada si no se encuentra conectada a los servicios en funcionamiento. |
| | **Art. 4 Párrafo 9**<br>Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda adeuada. | El proyecto se lleva a cabo en cumplimiento de los instrumentos normativos en materia de desarrollo urbano; en apego a los Reglamentos municipales se respetará el tamaño mínimo del lote y coeficientes de construcción conforme a la densidad asignada; a fin de que los habitantes puedan desarrollar las viviendas y obtener los documentos legales que den certeza jurídica a su propiedad. Se contempla la pavimentación de calles y banquetas y habilitación de áreas verdes. |
| | **Art. 25 parrafo 3**<br>El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución. | El proyecto atiende las políticas públicas en relación a llevar a cabo la evaluación del impacot ambiental como trámite previo necesario para los trámites correspondientes ante los organismos operadores para la provición de servicios, ante las autoridad municipal y estatal en materia de subdivición y construcción. |
| | **Art. 26 A**<br>El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional. | El proyecto se pone a disposiciòn d ela consulta pública, se realiza la publicación de un exctracto de la MIA-P y durante su evaluación de realzia la consulta a las dependencias relacionadas conforme a los instrumentos normativos relacionados con la actividad pretendida. |
| | **Art. 26 B**<br>El Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica cuyos datos serán considerados oficiales, de uso obligatorio en los términos que establezca la ley. | Se consideró en la delimitación y descripción de la Región Ecológica en la que s einserta el proyecto, la información disponible en la plataforma del SNIEG, INEGI asi como la información disponible el el SIGEIA, CENAPRED, CONABIO, SINA, entre otras. |
| | **Art. 27 párrafo 3**<br>La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de | El proyecto es congruente con el PM del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda al ubicarse en la subzona de aprovechamiento intensivo, donde la actividad se encuentra permitida; asi como al istrumento de planeación urbana municipal (PDUCPJS); para la ordenación del asentamiento humano, tomando en consideración la densidad permitida, |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | cuidar de su conservación, lograr el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. | los coeficientes de construcción, salvaguardando las áreas de protección para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y para evitar la destrucción de los elementos naturales. |
| | **Art. 27 farrafo 10 inciso VI**<br>Los Municipios de toda la República, tendrán plena capacidad para adquirir y poseer todos los bienes raíces necesarios para los servicios públicos. | El proyecto se ajusta a las Provisiones, Reservas, **Usos del suelo** y Destinos de áreas y predios del Centro de Población, contenida la zonificacíon del Plan de Desarrollo Urbano; se prevé la apertura y pavimentación de calles y banquetas, la introducción de inferaestructura de agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica; concertando con los organismos operadores la factibilidad de sumunistro y provisión de los servicios para que las viviendas puedan ser concetadas y estabelcer contratos individuales entre el organismo operador y el propietario de la vivienda. Se estabelcerán áreas verdes. La infraestructura y áreas verdes serán donadas al municipio mediante la entrega recepción señalada en el Código Urano del Estado de Querétaro. |
| II.12.4. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL | **Artículo 1o.-** La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. | El proyecto se apega a esta Ley, ala LGEEPS y el REIA, para lo cual se presenta la manifestación de impacto ambiental proponiendo las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental a llevar a cabo para resarcir los impactos que el proyecto pueda ocasionar al ambiente. |
| | **Artículo 6o**.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. | El pretendido proyecto no se considera que pueda ocasionar un daño ambiental, conforme a lo expresamente manifestado en los incisos anteriores.<br><br>La presente manifestación de impacto ambiental para su evaluación y análisis; es de carácter preventivo. Antes de dar inicio al proyecto se contará con todas las autorizaciones correspondientes y durante su ejecución se atenderán las medias de prevención, mitigación y compensación ambiental.<br><br>Se llevará a cabo el programa de vigilancia ambiental y se presentarán los informes de cumplimiento correspondientes en los plazos establecidos en el resolutivo correspondiente. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 7º**.- "la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos…". | En este capítulo de la MIA-P, se analizan y consideran las NOMs que tienen correspondencia con el proyecto y son aplicables. |
| | **Artículo 8º** El monto de las garantías financieras, que hayan sido obtenidas de conformidad a lo previsto por el artículo 147 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, previo al momento de producirse un daño al ambiente, deberá estar destinado específica y exclusivamente a cubrir las responsabilidades ambientales que se deriven de la actividad. Las garantías deberán quedar constituidas desde la fecha en que surta efectos la autorización para realizar la actividad, y mantenerse vigentes durante todo el periodo de desarrollo de la misma. | Se dará cumplimiento a las condicionantes respectivas entre las que se exige el instrumento de garantía, en los términos que exija la Secretaría. Se entregará previo al inicio de actividades y su actualización anual. |
| | **Artículo 10**.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley | Se presenta la MIA-P a fin de que la SEMARNAT evalué la factibilidad de las medidas propuestas por el promovente para ser implementadas durante las etapas del proyecto. Se consideraron en la evaluación ambiental impactos que pueden ser prevenidos, de manera que se evite a toda costa ocasionar un daño ambiental. Se llevará a cabo la entrega del instrumento de garantía señalado en el artículo 9, a fin de afianzar su cumplimiento. |
| | **Artículo 11**.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. Cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades. | Se llevan a cabo la MIA y el ETJ correspondiente, para obtener los permisos de la SEAMRNAT; requisitos indispensables para llevar a cabo los trámites ante la autoridad municipal obteniendo las licencias correspondientes y asumiendo las responsabilidades ambientales que de ellas deriven. Por lo tanto, no se exime el cumplimiento de la Ley en ninguna de las actividades del proyecto. Se obtendrán los permisos previos correspondientes a fin de estar dentro del marco legal y el instrumento de garantía para afianzar su cumplimiento. |
| | **Artículo 12**.- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de: I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos; | En las actividades del proyecto se llevará a cabo la recarga de combustible a la maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción; no se llevará a cabo su almacenamiento. Se ejecutará el programa de manejo de combustibles y atención a derrames. El |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | IV. Aquellos supuestos y conductas previstos por el artículo 1913 del Código Civil Federal. | mantenimiento de maquinaria se realizará en talleres mecánicos establecidos reduciendo los residuos peligrosos generados en el proyecto; las reparaciones por averías se atenderán tomando las precauciones debidas y manejando los residuos peligrosos conforme al apartado correspondiente. Durante la etapa de operación el uso que se dará a las instalaciones es habitacional (ocupación de viviendas), los residuos sólidos serán separados por tipo y se atenderán conforme a lo que señalan los reglamentos municipales. |
| | **Artículo 13**.- La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. | La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), determinará su cumplimiento o impondrá las sanciones correspondientes de conformidad con la Ley de procedimiento administrativo y lo señalado en las Leyes, Reglamentos, NOMs e instrumentos legales que resulten aplicables al daño ocasionado.<br><br>Se evitará caer en actos administrativos y sanciones, llevando a cabo el cumplimiento de los términos y condicionantes del resolutivo, |
| | **Artículo 14.-** La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos: I.Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:<br>a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales.<br>b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y<br>c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental. | El predio no ha sido sancionado por la autoridad en materia ambiental (PROFEPA) por daños al ambiente.<br><br>No se han realizado actividades en la superficie de evaluación hasta no obtener las autorizaciones y los permisos correspondientes.<br><br>Se solicita la evaluación en materia de impacto ambiental de manera preventiva, conforme a la LGEEPA (Art. 15 fracc. VI) - La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos. Dando cumplimiento al art. 28 de la LGEEPA.<br><br>La compensación por concepto de Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales, se lleva a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, conforme a los montos calculados por la SEMARNAT, previo a la emisión del resolutivo en materia de CUSTF. |
| | **Artículo 15**.- La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones | Se contemplan las medidas que se consideran necesarias a fin de no incurrir en algún acto administrativo.<br><br>Será a través de la inspección que lleve a cabo la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), quien determinará su cumplimiento o impondrá las sanciones correspondientes de |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | o relación de interacción de los elementos naturales dañados. | conformidad con la Ley de procedimiento administrativo y lo señalado en las Leyes, Reglamentos, NOMs e instrumentos legales que resulten aplicables al daño ocasionado. |
| II.12.5. CÓDIGO AMBIENTAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO | **Título I, Art. 1**<br>El presente Código es reglamentario del artículo 5 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Querétaro en materia de protección, conservación, restauración y sustentabilidad de los recursos naturales, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente | La evaluación del proyecto es de copetencia Federal, sin embargo, se considera el CAEQ en materia de protección, conservación, restauración y sustentabilidad de los recursos naturales, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente, además de otras disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental del país y son de observancia en el territorio del Estado de Querétaro.<br>El proyecto da cumplimiento a este y los demás ordenamientos en materia ambiental, vinculando la congruencia de la regulación legal aplicable, a los impactos ambientales a generar por el proyecto; proponiendo medidas para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos. |
| | **Art. 2 inciso II**<br>Definir las competencias de las autoridades, y normatividad para el desarrollo sustentable al interior del estado | Debido a su ubicación en el ANP, además de contemplar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la manifestación de impacto ambiental federal es uno de los requisitos primarios en la ruta del trámite para la obtención de la licencia de subdivisión. El proyecto se apega a los trámites, instrumentos normativos y regulaciones de carácter federal y municipal, para la construcción de viviendas y el uso de los servicios urbanos. |
| | **Art. 2 inciso VII**<br>Promover la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de sus componentes y la distribución equitativa de los beneficios derivados. | El proyecto se lleva a cabo en la superficie contemplada en el PDUCPJS con un uso urbano habitacional (H2), en el que la actividad que se pretende es congruente. Se llevará a cabo en las áreas en donde los servicios básicos son factibles y, por tanto, se evita la ocupación de superficies no adecuadas para el desarrollo urbano; de esta manera se conservan los recursos naturales en el AID. |
| | **Art. 2 inciso XIII**<br>Establecer los mecanismos de control, las medidas de seguridad, el régimen sancionador por el incumplimiento a las disposiciones y la reparación del daño en materia ambiental. | El proyecto se alinea con los Planes, Programas y Reglamentos en materia de Desarrollo Urbano para llevar a cabo las obras propuestas dentro del marco normativo, evitando sanciones, pero sobre todo el deterioro ambiental, a través de las medidas que se proponen para compensar la afectación que el proyecto ocasionará en sus diferentes etapas. |
| | **Titulo II Capítulo 1, Art. 6, 7, 7bis, 8 y 9**<br>Son autoridades en materia ambiental y responsables de aplicar el presente Código. La Secretaría, SEDEA, La Procuraduría, Los Municipios. | Se somete a evaluación del ETJ y la presente MIA-P ante la federación; En el proceso de evaluación se realiza la consuta pública a fin de que las autoridades correspondientes emitan sus opiniones en el ámbito de sus atribuciones, mismas que serán atendidas.<br><br>Apuntando que al tratarse de un ANP los instrumentos que determinan la congruencia de las obras y actividades del proyecto son el propio decreto y el programa de manejo respectivos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Art. 10 inciso VI, VIII y IX**<br>Corresponde a los Municipios del Estado y a las dependencias que determinen en sus reglamentos municipales: Determinar el uso y cambio de uso de suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico local, en congruencia con el ordenamiento regional; Crear y administrar Zonas de preservación Ecológica de centros de población; Crear y administrar el sistema municipal de parques, áreas verdes urbanos, y áreas de reserva ecológica de predios urbanos. | El dictamen de uso de suelo de la superrfcie propuesta, se emite en congruencia con los usos y destinos del suelo señalados en la zonificación del PDUCPJS, correspondiendo un so habitacional H2 (200 hab/ ha), para el total de la superficie propuesta.<br><br>Se excluye de la urbanización las márgenes del escurrimiento, estableciendo áreas de protección para mantener la continuidad de la masa forestal. Se llevarán a cabo las gestiones con el municipio para su incorporación a un sistema municipal de parques, áreas verdes urbanos, y áreas de reserva ecológica de predios urbanos.<br><br>La evaluación: en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales e impacto ambiental es de competencia federal ante la SEMARNAT, requisitos previos, que, sumados a los requisitos y elementos técnicos, la autoridad municipal analice y evalúe la propuesta de subdivisión. Se consideran los reglamentos en materia ambiental y de servicios públicos con los que cuenta el municipio a fin de proponer las medidas para mitigar los impactos a generar con el proyecto. |
| | **Art. 10 inciso XVIII**<br>Expedir, en coordinación con la Secretaría y demás autoridades competentes, los permisos y autorizaciones en materia de desmonte y limpieza de terrenos que, por exclusión, no sean terrenos con vegetación forestal de competencia federal. La norma técnica ambiental estatal en la materia fijará las bases para su aplicación. | La autrorización del CUSTF para desmonte en la superficie de construcción es de competencia Federal; se ingresa a evaluación el ETJ con número de bitácora: 22/DS-0091/02/26.<br><br>Durante el proceso de evaluación de impacto ambiental la SEMARNAT solicita la opinión técnica al municipio respecto al proyecto, en el ámbito de sus competencias, por encontrarse en su demarcación territorial y jurisdicción. |
| | **TITULO II Capítulo III, Art. 16**<br>Las autoridades ambientales promoverán la participación social más amplia posible, para respetar, conservar y usar sosteniblemente la biodiversidad del Estado, así como para proteger la integridad de los ecosistemas, sus funciones, ciclos y procesos.<br><br>La sociedad podrá organizarse en Comités para promover, conservar y usar sosteniblemente la biodiversidad y medio ambiente de su localidad, comunidad y municipio. | La Secretaría durante el proceso de evaluación da a conocer el proyevcto en la Gaceta Ecológica, lo somete a la CONSULTA PÚBLICA y solicita la opinión a la autoridad Estatal y Municipal, en congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Desarrollo Municipal, y Plan de Desarrollo Urbano.<br><br>Por parte del promovente, un extracto de la Manifestación se publica en el periódico de amplia circulación de conformidad con el art 34 de la LGEEPA.<br><br>Durante la operación se llevará a cabo la conformación del comité del fraccionamiento para la vigilancia y monitoreo del cumplimiento de la legislación ambiental, estatal y municipal, entre ellas: la conservación de las áreas verdes y uso adecuado de los servicios. |
| | **TITULO II Capítulo VI, Art. 20** | Se consulta información ambiental disponible para la caracterización de la Región ecológica en la que se enmarca el proyecto. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | La Secretaría desarrollará el Sistema Estatal de Información Ambiental, que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir información ambiental local, en forma coordinada y complementaria, con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. | Por su localización en un centro de población serrano no se cuenta con información estatal actualizada disponible al público, como el monitoreo de emisiones, calidad del aire, impacto vial, datos meteorológicos, trasferencia de emisiones, generación de residuos, entre otros. |
| | **TITULO II Capítulo V, Art. 24 inciso I**<br>Hacer compatibles los intereses de las actividades productivas con los intereses colectivos de protección ambiental y desarrollo sustentable, procurando que quienes dañen el ambiente asuman los costos correspondientes. | El proyecto llevará a cabo inversiones a cargo del fraccionador para la ejecución de medidas de mitigación y comepnsación de los impactos ocasionados por el proyecto. Se invierten recursos en la provisión de infraestructura para la conducción de las aguas residuales, agua potable y energía eléctrica; para la gestión de sus residuos solidos, etc.<br><br>Se contará con todos los permisos legales correspondientes asumiendo los compromisos ambientales que se deriven de tales autorizaciones. Se llevará a cabo la entrega del instrumento de garantía en favor de la SEMARNAT para garantizar la ejecución de las condicionantes y las medidas propuestas en la MIA-P. |
| | **TITULO II Capítulo VI**, **Art. 35**<br>Las personas interesadas en obtener su registro en la Categoría de Consultoría Ambiental, podrán hacerlo, en una o más de las especialidades siguientes: I. Impacto Ambiental: d) Fraccionamientos y unidades habitacionales, desarrollos comerciales. | El responsable técnico de la elaboración de la MIA-P, cuenta con el registro en el padrón de prestadores de servicios ambientales estatales número de registro SEDESU/RPSAE/715-16 (vigente). Además, en materia federal cuenta con el Registro Forestal Nacional para asesoría técnica en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La Mia cumple con las formalidades establecidas en la legislación federal. |
| | **Título III, Art. 69 inciso I**<br>El ordenamiento ecológico será observado obligatoriamente en: Los instrumentos de planeación urbana definidos en la legislación aplicable en la materia, conforme a lo previsto en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, así como en el Código Urbano del Estado de Querétaro; y cuando estos se actualicen, con previo dictamen de la Secretaría, en los casos que afecte la política o los lineamientos ambientales, atributos y zonificación de una o varias Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio. | Respecto al Programa de Ordenameinto Ecológico (POEREQ), el proyecto se localiza en la UGA 1. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda; con una política de conservación; por lo que las actividades del proyecto deben ser más consientes con el ambiente, y las medidas que se propongan más efectivas y viables, además de técnica y económicamente realizables.<br><br>El proyecto se somete a consideración de la SEDESU, quien con base en este análisis emite la opinión correspondiente. Por su parte, la CONANP emite la opinión correspondiente respecto la congruencia con el Programa de Manejo del ANP. |
| | **Título III, Art. 97**<br>La regulación ambiental de los asentamientos humanos consiste en el conjunto de normas, disposiciones, criterios, lineamientos, programas, acciones, políticas y medidas de desarrollo urbano, social y vivienda, a cargo | El proyecto se vincula con las normas de construcción señaladas en el PDUCPJA y reglamentos estatal y municipal en materia de desarrollo urbano. Se proponen las medidas que se consideran viables para reducir al máximo los impactos que pueda ocasionar el proyecto al ambiente; asegurando que la construcción y operación del fraccionamiento se |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | del Poder Ejecutivo del Estado, de los gobiernos municipales y de los particulares, cuyos objetivos son reducir la huella ecológica, mejorar los resultados medioambientales y la calidad del entorno en las zonas urbanas y garantizar un medio de vida sano para la ciudadanía, reforzando la contribución del medio ambiente al desarrollo urbano sostenible y dando respuesta oportuna y eficaz a los desafíos de competitividad, equidad, y sustentabilidad por medio de la gestión de los asentamientos. | apegue a lo establecido en los instrumentos de ordenación territorial y desarrollo urbano vigentes. |
| | **Art. 98, Inciso III**<br>Para la regulación ambiental en los asentamientos humanos que se ubiquen en el Estado, las dependencias y entidades del Estado y de los municipios, en sus respectivos ámbitos de competencia, considerarán los siguientes lineamientos: Asegurar que el establecimiento de los asentamientos humanos se apegue a lo establecido en los instrumentos de ordenación territorial y desarrollo urbano vigentes, observando los criterios de regulación ambiental establecidos en los ordenamientos ecológicos. | El Dictamen de uso de suelo oficio DU/2346/2024 emitido por la autoridad municipal es congruente con el instrumento de desarrollo urbano para el uso habitacinal H2.<br><br>Se contempla mantener sin cambio de uso de suelo en terrenos forestales las márgenes del escurrimiento; por lo que, se garantiza la conectividad con la masa continua de vegetación al exterior. Es atribución del municipio vigilar el cumplimiento de tal disposición. |
| | **Art. 101**<br>En los programas de desarrollo urbano Estatal, municipal y de centros de población, así como en los dictámenes de uso de suelo se considerarán, además de los requisitos exigidos por la ley en la materia, los siguientes elementos ambientales:<br>La vinculación con el ordenamiento ecológico y las prevenciones para su debida observancia; Los lineamientos que garanticen la proporción necesaria entre las áreas verdes y las edificaciones; La integración de inmuebles de alto valor histórico, arquitectónico y cultural, con áreas verdes y zonas de convivencia social; La conservación de áreas verdes existentes con valor ambiental, evitando ocuparlas con obras, asentamientos o instalaciones que se contrapongan con su función; Los criterios de regulación ambiental para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente; Las áreas naturales protegidas o por establecerse y las unidades de gestión ambiental con | De conformidad con el POEREQ el proyecto se localiza dentro de la UGA 1 RBSG, su regulación ambiental se lleva a cabo con el programa de manejo del ANP.<br><br>La superficie del proyecto cuenta con el dictamen de uso de suelo oficio: DU/2346/2024, emitido por la autoridad municipal competente para exigir los requisitos de la ley en la materia. Se localiza en uso Habitacional H2 (200 hab/ha).<br><br>El proyecto se lleva a cabo en un área forestal; se ingresó a evaluación el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales; bitácora: 22/DS-0091/02/26.<br><br>La superficie de afectación respetan los límites establecidos para el desarrollo urbano y las áreas de protección ecológica. Se vinculan los criterios de regulación para el aprovechamiento sustentable y la preservación del ambiente del POEREQ, asi como los criterios para el desarrollo urbano. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | política de protección determinadas por el ordenamiento ecológico.<br>En los predios urbanos que presenten una masa continua con vegetación forestal, en términos de la legislación aplicable, se deberá respetar al menos el 30 por ciento de ésta, con la finalidad de establecer medios de conexión de flora y fauna, precepto que deberá estar considerado en la densidad asignada, así como en los coeficientes de uso y de ocupación del suelo que el ordenamiento urbano asigne. | En el predio o en su área de influencia no se encuentran inmuebles de valor histórico, arquitectónico o cultural.<br><br>La superficie del predio constituye una masa de vegetación continua hacia sus colindancias sur y suroeste. La superficie propuesta para la urbanización colinda con el desarrollo urbano. Se contempla la conservación del 30% de la superficie del predio para establecer conexión de flora y fauna, dentro del predio.<br><br>Los coeficientes de ocupación del suelo serán atendidos; siendo atribución de la autoridad municipal su observancia en la emisión de las licencias de construcción a cada uno de los propietarios de los lotes. El promovente apoyará a la autoridad municipal realizando las denuncias correspondientes en caso de desacato. |
| | **Título IV, Art. 103**<br>La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento mediante el cual las autoridades competentes determinan la pertinencia de la ejecución de obras o actividades específicas, estableciendo, en su caso, el Sistema Estatal de Evaluación, así como las condiciones a que éstas deban sujetarse para evitar o atenuar sus efectos negativos al ambiente. | De conformidad con el art.28 de la LGEEPA y 5to de su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental;<br>La evaluación del impacto ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y por la realización de obras o actividades al interior del ANP Federal, es de carácter Federal, motivo por el cual se lleva a cabo el presente trámite. |
| | **Título V, Art. 138 incisos I,V,VI, VIII**<br>Para preservar, proteger, conservar y aprovechar la biodiversidad, las autoridades ambientales, con la participación de la sociedad, realizarán las siguientes acciones: Proteger las especies endémicas y las clasificadas en las Normas Oficiales Mexicanas; Prohibir la introducción de especies exóticas o invasoras que atenten contra la biodiversidad y procesos ecológicos de los ecosistemas locales en el Estado, así como impulsar y llevar a cabo las acciones necesarias para su control; Fomentar la cultura de la denuncia popular ante el tráfico ilegal de especies; Impulsar, en zonas urbanas, la conservación y creación de áreas verdes que funcionen como corredores ecológicos y como hábitat para la fauna adaptada a las condiciones urbanas; | Se ejecutará el programa de manejo de vegetación que contempla el rescate y reubicación de especies forestales con mayor IVI de las especies a remover en la superficie de CUSTF; se realizará una reforestación al interior de la RE empleando especies locales, en una superficie similar a la afectada con el CUSTF, conforme a los programas anexos.<br><br>Se ejecutará el programa de ahuyentamiento, rescate y en su caso la reubicación de fauna silvestre evitando afectaciones durante el desarrollo del proyecto.<br><br>Se mantendrán en pie especies arbóreas locales dentro de la superficie de áreas verdes y superficie de absorción en los lotes (CAS); se promoverá su cuidado y protección.<br><br>Se creará el comité de habitantes del fraccionamiento para la vigilancia, llevando a cabo las denuncias correspondientes por daños ambientales, protegiendo la vegetación y la fauna del área. |
| | **Título V Capítulo VI Art. 171**<br>El Estado deberá proteger las zonas o áreas naturales en las que los ecosistemas originales no han sido alterados | El proyecto se localiza en el área natural protegida de carácter federal “Reserva de la Biosfera Sierra Gorda”, en el estado de Querétaro. El proyecto se vincula con el Programa de Manejo de la RBSG. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | significativamente por la actividad del hombre, o cuando a pesar de tener afectaciones, requieran, por su relevancia o interés especial para la protección del ambiente, ser sometidas a programas de preservación, conservación o de restauración. | |
| | **Título VI Capítulo I, Art. 207**<br>Para la conservación y restauración del equilibrio ecológico, se considerarán los siguientes principios<br>II. La conservación y restauración del equilibrio ecológico en la entidad es condición imprescindible para que tenga lugar el desarrollo sustentable<br>III. La restauración de las zonas deterioradas es indispensable para recuperar y mejorar la calidad de los bienes y servicios ambientales, restablecer las funciones ecológicas, frenar la desertificación, incrementar la recarga de acuíferos, conservar el suelo y evitar la pérdida de la biodiversidad. | Las obras de conservación de suelos propuestas en el programa de conservación de suelos (anexo); la reubicación de los ejemplares indicados en el programa de manejo de vegetación; y la reforestación, se llevarán a cabo en zonas deterioradas, para recuperación y mejoramiento de los servicios ambientales que provén. |
| | **Título VI Capítulo II, Art. 214**<br>En el Estado, los ecosistemas riparios y acuáticos que se desarrollan en las corrientes permanentes o semipermanentes, a orillas de presas, bordos, arroyos y estanques, deberán ser protegidos, conservados o manejados en forma sustentable. | El proyecto no intercepta zonas federales, de conformidad con la opinión técnica de la CONAGUA Dirección Local Querétaro, Oficio no. B00.921.04.-02094 de fecha 25 de septiembre de 2024. El escurrimiento que cruza la superficie del proyecto en una de sus orillas, corresponde a una depresión topográfica que conduce los escurrimientos pluviales de la zona. Se preservarán sin afectación sus márgenes, manteniendo la cubierta vegetal sirviendo como un área de protección del escurrimiento y medio de conexión con la vegetación. Se evita la construcción de cualquier tipo de infraestructura que impida su función. De igual manera, se prevén obras de regulación pluvial. |
| | **Art. 216**<br>En las áreas naturales protegidas, las actividades y acciones productivas de restauración y manejo en los ecosistemas riparios y acuáticos, deberán apegarse a lo manifestado en el programa de manejo correspondiente. | El programa de manejo de la RBSG no precisa este tipo de acciones. El proyecto no interfiere con sistemas riparios y acuáticos; sin embargo, las obras de conservación de suelos propuestas se llevarán a cabo fuera de cauces de escurrimientos temporales y se previene la contaminación del escurrimiento en el área del proyecto. |
| | **Título VI Capítulo III, Sección I Art. 217, incisos V , VI**<br>En zonas afectadas por degradación o desertificación, deberá llevarse a cabo las acciones de regeneración, mitigación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas; y en la realización de las obras públicas o privadas se deberá incluir acciones tendientes a mitigar los impactos causados al suelo, tanto en su estructura como en su función ecosistémica. | Se contempla el CUSTF en la superficie de construcción, por lo que se atienden acciones y obras de conservación de suelos, para mitigar y compensar los impactos al suelo, derivados del retiro de vegetación. Así mismo, se llevará cabo el rescate y reubicación de flora y la reforestación con especies nativas, además de medidas de mitigación para compensar los servicios ecosistémicos (erosión, infiltración, captura de carbono) en una superficie degradada dentro de la RE.<br>Se ejecutan medidas de prevención de la erosión durante las etapas de construcción y mantenimiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Título VI Capítulo IV, Art. 226**<br>Se prohíbe emitir a la atmósfera cualquier contaminante. Se consideran contaminantes, entre otros, los humos, polvos, gases, vapores, partículas y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales mexicanas o en las normas técnicas ambientales estatales y demás disposiciones vigentes, o bien, cuando ocasionen molestia manifiesta y generalizada entre la población de las áreas circundantes. | Se regularán las emisiones atmosféricas durante las diferentes etapas del proyecto, manteniéndolas en los límites permisibles y evitando la molestia a la población; aplicando para ello las medidas previstas en el apartado correspondiente.<br><br>Los vehículos empleados en la construcción demostrarán haber realizado las afinaciones y verificaciones correspondientes. Los vehículos de los habitantes del fraccionamiento cumplirán con la verificación vehicular correspondiente aplicable para el estado de Querétaro, para mitigar sus emisiones. |
| | **Título VI Capítulo IV, Sección II Art, 237 incisos I,II,III**<br>Los propietarios de vehículos automotores, cualquiera que sea su uso y destino, tienen la obligación de: Realizar el mantenimiento de las unidades y observar los límites permisibles de emisiones señalados en la normativa en la materia; Verificar periódicamente las emisiones de contaminantes que sus vehículos emiten a la atmósfera, de acuerdo con los programas, mecanismos y disposiciones que se establezcan; Observar las medidas y restricciones que las autoridades competentes dicten para la prevención, control de emergencias y contingencias ambientales.<br><br>Mediante los certificados de verificación ambiental vehicular se acreditará que las emisiones de los vehículos automotores se encuentran por debajo de los parámetros máximos permisibles. | Los vehículos empleados en la construcción cumplirán con las medidas preventivas; durante la operación y mantenimiento del fraccionamiento los usuarios atenderán estas disposiciones. En la región serrana no se cuenta con centros de verificación vehicular, acudirán a los municipios que cuenten el servicio a fin de cumplir la normatividad.<br><br>Serán las autoridades en materia de seguridad vial las encargadas de realizar los operativos correspondientes para corroborar el cumplimiento de esta obligación ciudadana (presentar la boleta de verificación) aplicable a todos los propietarios y poseedores de unidades automotrices. |
| | **Título VI Capítulo V, Art. 244**<br>Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, que rebasen los límites máximos permisibles, contenidos en las normas oficiales mexicanas y normatividad ambiental que para ese efecto se expida. La Secretaría y los gobiernos municipales, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. | Las actividades constructivas se ajustarán a los horarios establecidos en el reglamento de construcción y se controlarán las actividades generadoras de ruido; será revisada periódicamente la maquinaria a fin de mantener el ruido y vibraciones en los límites permisibles. Se prohibirá el uso del claxon en los camiones.<br><br>Durante la operación, los habitantes acatarán los reglamentos municipales que tienen relación con esta medida. Se mantendrá la vigilancia y las denuncias correspondientes por parte del comité del fraccionamiento. |
| II.12.6. PROGRAMA SECTORIAL DE | **Objetivo 1, Estrategia 1.1 Incrementar la superficie y efectividad del manejo de las áreas naturales protegidas**<br>1.1.1. Aumentar la superficie de ecosistemas naturales prioritarios mediante esquemas de protección, | La superficie afectada por el proyecto será compensada con un programa de manejo de flora consistente en el rescate y reubicación de un porcentaje de ejemplares removidos de la superficie de CUSTF y mediante la reforestación de una superficie similar a la afectada por el |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 | conservación y otros mecanismos efectivos de conservación, considerando su representatividad, conectividad, el cambio climático y con la participación de personas legítimas propietarias, poseedoras y sectores sociales. | CUSTF, estableciéndose en un área con escasa cobertura dentro de la región ecológica. |
| | 1.1.2. Fortalecer los instrumentos de conservación y protección de la biodiversidad mediante la formulación, modificación e implementación de programas de manejo de ANP federales y programas de protección de refugio para especies acuáticas e instrumentos de gestión y otras medidas efectivas de conservación, con enfoque de cambio climático, género e interseccionalidad y de derechos humanos. | El proyecto se localiza dentro del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, en la zona de amortiguamiento, de acuerdo con el decreto (DOF 19/05/1997) y programa de manejo (DOF 11/04/2000). Se solicita la autorización en materia de evaluación del impacto ambiental en términos de la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental y Guía para la elaboración de la MIA.<br><br>El cambio de uso de suelo pretendido no se encuentra prohibido en la subzona de aprovechamiento intensivo de con formidad con el PM del ANP y es congruente con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra, Qro. Se establecen medidas para prevenir, mitigar y compensar el impacto ambiental; y para conservar la vocación de las superficies de protección. |
| | 1.1.3. Incrementar la superficie de ecosistemas naturales en esquemas de PSA, mediante estrategias que vinculen el cuidado comunitario con los beneficios ambientales, sociales y económicos que producen, considerando esquemas de compensación y la concurrencia con el sector privado y usuarios de los servicios ambientales. | De acuerdo con las reglas de operación 2026 de la CONAFOR, el proyecto no se localiza en un área elegible para pago de servicios ambientales PSA, demás de localizarse en el polígono del PDUCPJS con un uso habitacional H2.<br>Los programas de manejo de vegetación y de reforestación que se proponen incorporan un programa de mantenimiento en ambas superficies, con la finalidad de garantizar su establecimiento y la provisión de los servicios ambientales, mitigando así los impactos generados por el CUSTF dentro de la Región ecológica. |
| | 1.1.4. Impulsar el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad a través de actividades productivas, en áreas naturales protegidas y su zona de influencia, promoviendo áreas de prosperidad en las zonas terrestres y marinas y fomentando la economía social y circular. | El proyecto no pretende el aprovechamiento de flora y fauna. Se llevará a cabo el programa de manejo de vegetación para el rescate y reubicación, conservando especies con mayor IVI que serán removidas con el CUSTF. Se ejecutará el programa de ahuyentamiento de fauna silvestre y en su caso el rescate y reubicación; de esta manera se previenen y mitigan los impactos a la flora y fauna silvestre. |
| | **Objetivo 1, Estrategia 1.2 Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales**<br>1.2.1. Disminuir la deforestación y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fortaleciendo la aplicación de la normatividad y el compromiso de los sectores social y productivo, a fin de evitar la pérdida de biodiversidad, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, el | El proyecto se pretende en una superficie dentro del PDUCPJS con un uso urbano habitacional; así mismo, se encuentra dentro de la subzona de aprovechamiento intensivo del ANP. El CUSTF contará con la autorización correspondiente (el ETJ se encuentra en proceso de evaluación). Se ejecutarán los programas de manejo de vegetación y reforestación para mitigar y compensar su impacto en la cobertura y los servicios ecosistémicos asociados. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | deterioro de los recursos hídricos y la vulnerabilidad climática. | |
| | 1.2.2. Fortalecer el monitoreo, inspección y vigilancia de los bosques, mediante la verificación del cumplimiento de la normatividad en la cadena productiva forestal y desarrollando un sistema de trazabilidad forestal efectivo, para prevenir y detener la deforestación, la tala clandestina, el comercio ilegal de materias primas, productos y subproductos forestales, así como los cambios de uso del suelo ilegales en terrenos forestales. | Las actividades de CUSTF serán supervisadas por el profesional forestal elaborador del ETJ, el seguimiento al programa de vigilancia ambiental se llevará a cabo con personal profesional. Durante las actividades de preparación del sitio (CUSTF) se ejecutará el programa de manejo de vegetación y de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Se aplicarán medidas de prevención para evitar la afectación a la flora y fauna en áreas no previstas; se mantendrán letreros y vigilancia para evitar la caza y la tala ilegal. |
| | 1.2.3. Fortalecer el Programa Nacional de Manejo del Fuego, en coordinación con los tres órdenes de gobierno y las comunidades locales, para mejorar la estrategia de atención, a fin de prevenir y reducir la pérdida y degradación de los ecosistemas forestales ocasionada por los cambios en los regímenes de fuego. | No se empleará fuego para el control de los residuos derivados del CUSTF; los residuos serán picados y dispersos para su incorporación al suelo, en los sitios de reubicación y reforestación.<br><br>Se establecen acciones para prevenir incendios al interior del proyecto y que puedan afectar los recursos naturales en el área de influencia. |
| | 1.2.4. Consolidar e implementar acciones de monitoreo fitosanitario, prevención, combate y control de plagas y enfermedades forestales, además de prevenir su introducción mediante la inspección y vigilancia de materias primas, productos y subproductos forestales, para reducirla degradación ecosistémica y pérdidas económicas. | Los programas de manejo de vegetación y reforestación incorporan un programa de mantenimiento que incluye el monitoreo fitosanitario, previniendo y combatiendo la aparición de plagas y enfermedades que puedan propagarse a las áreas forestales con las que colinden. Las especies empleadas en la reforestación serán locales, adquiridas en vivero, sanas, previniendo la introducción de plagas al ecosistema. Las áreas verdes mantendrán vegetación nativa y supervisión y mantenimiento para evitar la aparición de plagas. |
| | **Objetivo 1, Estrategia 1.5 Fortalecer el ordenamiento ecológico**<br>1.5.1. Desarrollar acciones que fomenten la ocupación territorial con actividades productivas sustentables que conserven los ecosistemas terrestres, costeros, marinos e insulares, aumenten la resiliencia climática y provean bienes y servicios con valor ambiental, a través de la regulación y el ordenamiento ecológico, en coordinación con los tres órdenes de gobierno. | El proyecto se vincula con los instrumentos de ordenamiento territorial. Se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica 30 Karst Huasteco Norte; en la UGA 1 del POEREQ (ANP) con una política de Protección. La superficie a urbanizar se localiza en uso Habitacional H2 del PDUCPJS. Se proponen medidas para la compensación ambiental de la superficie forestal afectada por el proyecto. |
| | 1.5.3. Promover el cumplimiento de programas federales de ordenamiento ecológico del territorio mediante la regulación, control, autorregulación y auditoría ambiental, así como mecanismos de seguimiento, evaluación y actualización, con fortalecimiento técnico y en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad. | El proyecto se vincula con los instrumentos de ordenamiento ecológico del territorio y se proponen las medidas para el cumplimiento de los lineamientos que cada uno establece y que influyen en el proyecto. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | 1.5.4. Promover la armonización del ordenamiento ecológico con los instrumentos de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y gestión del agua. | El instrumento de ordenamiento regional (POEREQ) es congruente con los objetivos del ordenamiento nacional, se describen las medidas del proyecto respecto a los usos permitidos y no permitidos que se establecen. El PM del ANP es el principal instrumento de regulación y es congruente con el proyecto. |
| | 1.5.5. Integrar el ordenamiento ecológico en los procesos de regularización de asentamientos humanos, particularmente en zonas de riesgo o áreas ecológicamente frágiles. | En la formulación el PDUCPJS se consideró la opinión de la CONANP en el ámbito de su competencia durante la zonificación y destino de los usos de suelo. Así mismo se concertó con la dirección del ANP, la propuesta del proyecto durante su elaboración para correspondencia con el PM del ANP. |
| | **Objetivo 2, Estrategia 2.1 Restaurar ecosistemas terrestres**<br>2.1.1. Diseñar e implementar programas y acciones de restauración ambiental en áreas naturales protegidas, con énfasis en ecosistemas críticos, corredores biológicos y paisajes representativos, restableciendo su funcionalidad y contribuyendo a la recuperación e incremento de sus servicios ambientales. | En la Región Ecológica (RE) se localizan sitios de prioridad extrema para la restauración (CONABIO), sin embargo, no interceptan con la superficie del proyecto. Los ejemplares a rescatar en la superficie de CUSTF serán reubicados en superficies con escasa cobertura en la RE, así mismo, la superficie a reforestar, ambas acciones para compensar los impactos ambientales. |
| | 2.1.2. Restaurar superficies forestales en cuencas y subcuencas prioritarias por su relevancia ecológica, cultural, económica y social, así como áreas afectadas por incendios forestales de alta y muy alta severidad donde la recuperación natural se encuentre comprometida, en coordinación con las comunidades locales. | |
| | 2.1.5. Contribuir a detener la degradación de tierras mediante acciones de conservación y restauración de suelos y ecosistemas, con enfoque de cuencas, considerando la planeación y el manejo sostenible del territorio, soluciones basadas en la naturaleza, tecnologías para la restauración y prácticas tradicionales comunitarias. | La reubicación de flora, la reforestación y las obras de conservación de suelos, se llevarán a cabo al interior de la región ecológica (microcuenca), efectuando la restauración de sitios con escasa cobertura o en degradación. |
| | **Objetivo 2, Estrategia 2.2 Remediar y restaurar cuencas y sitios prioritarios para la biodiversidad**<br>2.2.2. Restaurar áreas degradadas en zonas altas de las cuencas, dentro y fuera de las áreas naturales protegidas, promoviendo su restauración ecológica y conectividad, con una visión integrada de manejo de paisaje. | Se rescatará y reubicará un porcentaje de ejemplares arbóreos y arbustivos localizados en la superficie de CUSTF; así también con la reforestación se favorecerá la recuperación de especies afectadas en sus poblaciones por el CUSTF, estableciéndolas en áreas degradadas dentro de la microcuenca, favoreciendo su restauración. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | 2.2.4. Evaluar e implementar acciones para la remediación de sitios contaminados por contingencias antropogénicas y realizar acciones de monitoreo, inspección y verificación del cumplimiento normativo y de programas de remediación. | Se llevará a cabo el adecuado manejo de residuos durante las diferentes etapas del proyecto evitando la contaminación del suelo y agua; se realizará la vigilancia ambiental y los reportes correspondientes para demostrar su cumplimiento. |
| | 2.2.5. Fortalecer el marco normativo para contribuir a la remediación de sitios contaminados en el país con la actualización de las normas oficiales mexicanas en materia de residuos peligrosos, remediación de sitios contaminados, actividades altamente riesgosas y actividades extractivas. | Se consideran las NOMs vigentes para la proposición de medidas, en las actividades en las que son aplicables, vinculadas en el apartado correspondiente. |
| | 2.2.6. Estimar la captura de carbono de las actividades de restauración terrestres, acuáticos, costeros y/o marinos, que permita contribuir con las metas de cambio climático nacionales e internacionales. | Se llevarán a cabo los programas de manejo de vegetación y reforestación para compensar los impactos en la captura de carbono por el CUSTF, se presenta la estimación en el apartado correspondiente. |
| | **Objetivo 2, Estrategia 2.3 Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica**<br>2.3.1. Impulsar la conservación, protección y recuperación de especies prioritarias, en riesgo, nativas y su hábitat dentro de áreas naturales protegidas y otras zonas naturales, considerando el conocimiento tradicional y fomentando la participación de las comunidades locales, indígenas y afromexicanas. | Se ejecutará un programa de manejo de vegetación para el rescate de ejemplares de las especies afectadas por el CUSTF que presenten mayor índice de valor de importancia (I.V.I.) en el ecosistema y su reubicación en una superficie degradada con el mismo tipo de ecosistema donde fueron rescatados.<br><br>El programa de reforestación se llevará a cabo en una superficie con escasa cobertura, empleando especies forestales locales, que presentaron mayor índice de valor de importancia (IVI) en la vegetación que será afectada por el cambio de uso de suelo. Ninguna especie en el área de CUSTF se encuentra en PACE.<br><br>En las áreas verdes del proyecto se mantendrán especies nativas, evitando la introducción de especies exóticas, se promoverá su aplicación a las áreas jardinadas de los lotes. |
| | 2.3.2. Impulsar la recuperación de especies prioritarias a través de la creación, revisión, actualización e implementación de los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE). | |
| | 2.3.4. Promover acciones de prevención ambiental para reducir el impacto de las actividades productivas sobre las poblaciones de especies silvestres y sus hábitats, con participación de la APF, otros órdenes de gobierno, sectores productivos y comunidades locales, indígenas y afromexicanas. | |
| | 2.3.5. Implementar una estrategia para prevenir y controlar especies exóticas invasoras que afecten especies nativas o de importancia ecológica y/o económica en ecosistemas prioritarios, ANP y sus zonas de influencia, incluyendo acciones de monitoreo, vigilancia, verificación e inspección de los movimientos de importación. | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Objetivo 3, Estrategia 3.1 Garantizar el acceso al agua potable en cantidad y calidad**<br>3.1.1. Implementar planes maestros de infraestructura de agua potable, alcantarillado, saneamiento y prevención de inundaciones a nivel municipal, priorizando las zonas de mayor rezago en áreas rurales, periurbanas y comunidades locales, indígenas y afromexicanas, en coordinación con otros órdenes de gobierno. | De conformidad con el art 24 del CUEQ, Se solicita el Dictamen técnico de incorporación ante la CEA, para la factibilidad de suministro de agua potable y su tratamiento; mediante el cual se establecen las obras a cargo del fraccionador para garantizar el derecho del servicio a los habitantes del fraccionamiento y las obras de regulación pluvial.<br><br>Las redes de agua potable y drenaje sanitario son parte integral del proyecto de urbanización a cargo del fraccionador como requisito indispensable para la obtener la licencia de subdivisión. |
| | 3.1.2. Incrementar la capacidad de abastecimiento de agua potable, a través de la promoción de la construcción, adecuación, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura hidráulica, para contribuir al derecho humano al agua y el saneamiento. | |
| | 3.1.3. Coadyuvar con los municipios al incremento de la capacidad de potabilización, mediante el apoyo para la construcción, rehabilitación, modernización y ampliación de plantas potabilizadoras. | |
| | 3.1.4. Impulsar la conservación y manejo de ecosistemas forestales ubicados en cuencas y subcuencas prioritarias, a través del pago por servicios ambientales, para contribuir a mantener las fuentes de abastecimiento de agua. | Se ejecutarán los programas de manejo de vegetación y reforestación para compensar el balance hídrico afectado por el CUSTF. En la región ecológica el abasto de agua no proviene de acuíferos subterráneos. Las fuentes de abastecimiento son administradas por la CEA. |
| | 3.1.5. Establecer y supervisar, mediante el Ordenamiento Ecológico y las autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, criterios de ocupación espacial de nuevos centros de población o la regulación de asentamientos humanos que garanticen acceso al agua potable y manejo adecuado de aguas residuales. | La fundación de nuevos centros de población, no están permitidos en el ANP. El proyecto se apega al uso de suelo (Habitacional) otorgado por la autoridad municipal, en congruencia con el PDUCPJS; Se garantiza el acceso a los servicios públicos básicos conforme al dictamen de incorporación emitido por la autoridad competente (CEA) y las obras a ejecutar por el fraccionador. |
| | **Objetivo 3, Estrategia 3.2 Fomentar el uso sustentable del agua en los sectores consumidores**<br>3.2.3. Fomentar la reutilización del agua residual tratada para riego agrícola y otros usos que no requieran agua de primer uso y utilizar fuentes alternas de abastecimiento. | Durante la etapa de construcción las aguas sanitarias provenientes de los sanitarios, serán manejadas en el biodigestor e infiltrados sus efluentes.<br><br>Se promoverá el uso eficiente del agua durante las diferentes etapas del proyecto, evitando el desperdicio.<br><br>Se llevarán a cabo las obras señaladas por el organismo operador CEA para obtener la factibilidad de conducción y tratamiento de las aguas servidas del fraccionamiento |
| | 3.2.3. Promover el uso eficiente del agua en todos los sectores usuarios, a fin de reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento. | |
| | 3.2.4. Revisar y ordenar las concesiones de agua para controlar las extracciones superficial y subterránea, a fin | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | de evitar el sobre concesionamiento y acaparamiento en beneficio de las zonas y poblaciones con mayor necesidad de agua. | El agua será abastecida por el organismo operador (CEA) y es responsable de las fuentes de abastecimiento; se llevarán a cabo los trámites correspondientes para la factibilidad del servicio.<br><br>Se evitará el uso de agua potable en actividades distintas al consumo en las viviendas. |
| | 3.2.5. Promover el manejo integral y sustentable del agua en procesos productivos y de servicio mediante programas de cumplimiento voluntario. | |
| | 3.2.6. Impulsar la conservación y manejo de ecosistemas forestales ubicados en cuencas y subcuencas prioritarias, a través del pago por servicios ambientales, para contribuir a mantener las fuentes de abastecimiento de agua para uso agropecuario y producción de energía hidroeléctrica. | Se llevarán a cabo los programas de manejo de vegetación y reforestación para compensar el balance hídrico afectado por el CUSTF. |
| | **Objetivo 3, Estrategia 3.3 Coadyuvar en el desarrollo, rehabilitación y ampliación de infraestructura de colecta y tratamiento de aguas residuales municipales.**<br>3.3.1. Coadyuvar con los municipios al incremento del tratamiento del agua residual, a través de apoyo para la construcción, rehabilitación, modernización y ampliación de las plantas de tratamiento municipales y considerando soluciones basadas en la naturaleza. | Se llevarán a cabo las obras señaladas por el organismo operador CEA para la factibilidad de conducción y tratamiento de las aguas servidas del fraccionamiento. |
| | 3.3.4. Coadyuvar con los municipios en el incremento de la cobertura de alcantarillado sanitario con el fin de reducir la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua. | |
| | **Objetivo 3, Estrategia 3.4. Fortalecer las labores de verificación de las descargas de aguas residuales y el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua nacionales** 3.4.1. Fortalecer el monitoreo sistemático y permanente de la calidad de los cuerpos de agua con la finalidad de identificar los principales contaminantes que deterioran su calidad y evaluar la eficacia de las acciones para su control. | Se evitará el vertido o descarga de contaminantes a los cuerpos de agua, llevando a cabo su tratamiento previo. |
| | 3.4.2. Fortalecer el programa de inspección y verificación en cuerpos de agua nacionales, mediante acciones de uso, aprovechamiento y descargas de agua y la extracción de materiales pétreos, a fin de reducir irregularidades en los aprovechamientos y descargas de agua residual y la extracción ilegal de materiales. | No se llevarán a cabo descargas de aguas servidas directamente a cuerpos de agua nacionales.<br><br>Las aguas servidas, durante la operación serán entregadas a través del alcantarillado sanitario al organismo operador (CEA) para su tratamiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | 3.4.3. Incrementar la capacidad institucional de monitoreo y verificación de permisos de descarga en cuerpos de agua nacionales, mediante un equipo de inspectores que satisfaga las necesidades a nivel nacional. | |
| | **Objetivo 4, Estrategia 4.2. Fortalecer la capacidad adaptativa de poblaciones, ecosistemas, actividades productivas, recursos hídricos e infraestructura estratégica ante el cambio climático**<br>4.2.1. Elaborar, publicar e implementar la Política Nacional de Adaptación mediante la participación del sector ambiental, la APF, otros órdenes de gobierno y sectores de la sociedad | Las Acciones Nacionalmente Apropiadas de Mitigación (NAMAs) son acciones voluntarias realizadas en el país para reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).<br><br>Se llevará a cabo la disposición separada de residuos para el aprovechamiento de los valorizables; la biomasa será picada y dispersa para su integración al suelo. Se prevé la reducción de emisiones durante la construcción. |
| | 4.2.2. Promover acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo climático, aumentando la resiliencia de la población, infraestructura estratégica y sistemas productivos, mediante la construcción de infraestructura de protección, soluciones basadas en la naturaleza y enfoques de adaptación climática. | Se proponen medidas para compensar el impacto por el CUSTF, mediante el rescate y reubicación de especies y la reforestación con especies nativas, la incorporación de biomasa al suelo para la conservación del carbono capturado. El uso eficiente de agua y la reducción de residuos y emisiones atmosféricas generadas por el proyecto.<br><br>Se admite la responsabilidad ambiental (prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y en última instancia compensar los daños ambientales). La prevención como el medio más eficaz para evitar daños al ambiente y preservar el equilibrio ecológico. Se establecen las medidas en el PVA para los impactos identificados y la vigilancia para la atención de las medidas emergentes. |
| | 4.2.5. Promover criterios de adaptación climática en la planeación territorial, marcos legales e instrumentos de desarrollo urbano y regional, fomentando soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura verde, gestión del calor urbano, resiliencia hídrica y movilidad sostenible, priorizando la reducción de vulnerabilidad de grupos en riesgo. | Se consideran las acciones propuestas en los instrumentos normativos del estado, los cuales están alineados con la política ambiental Federal. El desarrollo se apega al uso del suelo del PDUCPJS y se contará con la factibilidad de suministro de agua potable y su tratamiento. |
| | 4.2.6. Contribuir al fortalecimiento de capacidades técnicas de la APF, las entidades federativas, los municipios, el sector social, privado y financiero para incorporar el enfoque de adaptación al cambio climático en políticas y acciones relevantes. | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Objetivo 4, Estrategia 4.3. implementación de las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático.**<br>4.3.1. Asegurar el funcionamiento efectivo del Sistema Nacional de Cambio Climático, incluyendo la gestión de las actividades de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, en cumplimiento de la Ley General de Cambio Climático y otras disposiciones relevantes. | Se lleva a cabo la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático. |
| | 4.3.4. Contribuir al desarrollo y puesta en marcha del Plan de Acción de Género, Derechos Humanos y Cambio Climático, en coordinación con otras dependencias de la APF y todos los actores de la sociedad. | Se consideran las acciones propuestas en los instrumentos normativos del estado, los cuales están alineados con la política ambiental Federal. Se llevarán a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, con la participación plena, igual y significativa de las mujeres en función de las actividades a desempeñar y mediante remuneración económica. Impulsar el desarrollo de capacidades, organización y liderazgo de mujeres en la integración del comité del fraccionamiento. |
| | 4.3.5. Fortalecer los sistemas de alerta temprana y protocolos de atención a emergencias meteorológicas y climáticas con enfoque intersectorial, en coordinación con la APF y otros órdenes de gobierno, para reducir la vulnerabilidad y los riesgos de la población, sistemas naturales y productivos e infraestructura. | Se consideró la información de INEGI, CONAGUA, INECC, CENAPRED en el análisis de riesgos de la región ecológica. Durante la operación se atenderán los comunicados que se emitan por parte de las autoridades competentes para prevenir riesgos. |
| | 4.3.7. Implementar medidas de prevención ambiental frente al cambio climático a través de la autorregulación, auditoría ambiental y programas de cumplimiento voluntarios dirigidos a los sectores que contribuyen de manera significativa a la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. | Se empleará un mínimo de maquinaria y vehículos de transporte en las actividades del proyecto; los vehículos contarán con la verificación vehicular correspondiente.<br><br>Se promoverá el consumo responsable y uso de la infraestructura de servicios, para reducir la producción de residuos y el adecuado tratamiento de las aguas servidas. |
| | **Objetivo 4, Estrategia 4.4. Promover políticas que impulsen la economía circular**<br>4.4.1. Fomentar la adopción de patrones de producción y consumo con enfoque de economía circular y con menor huella ambiental, así como estilos de vida sostenibles basados en el uso eficiente de los recursos y con menores impactos ambientales. | El personal del proyecto recibirá pláticas de concientización ambiental, destinada a involucrarlos, en la problemática de la contaminación ambiental, sus consecuencias y los medios para prevenirla, controlarla y abatirla.<br><br>Se llevará a cabo el CUSTF de forma manual mayormente y se evitará el uso de fuego en el control de residuos, los residuos orgánicos del CUSTF se picarán y dispersarán para su integración al suelo. Se llevará a cabo el programa de manejo de vegetación y de reforestación para compensar el impacto. |
| | 4.4.2. Fomentar acciones de prevención, reducción y aprovechamiento de residuos para reducir la dependencia de materias primas vírgenes en las | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | cadenas productivas, incluyendo la reutilización de biomasa para la generación de bioenergía. | Se llevará a cabo la gestión de residuos sólidos generados por el proyecto durante la construcción y operación, priorizando el consumo responsable y la valorización de los mismos para reducir el volumen de generación. El tratamiento de las aguas residuales y la disposición adecuada de residuos peligrosos. Durante la operación se atenderán los reglamentos municipales en la materia. |
| | 4.4.5. Promover acciones de manejo adecuado de residuos peligrosos (incluyendo plaguicidas, agroquímicos y sus residuos) y de manejo especial para su minimización, valorización y reciclaje, así como establecer medidas de control de los movimientos transfronterizos. | |
| | **Objetivo 4, Estrategia 4.5. Reforzar las acciones de prevención y control de la contaminación del aire y suelo**<br>4.5.2. Promover la coordinación, desarrollo y aplicación de Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, con enfoque de prevención ambiental y cambio climático en ciudades y zonas metropolitanas con mala calidad del aire, incluyendo el control en fuentes de contaminación para cumplir la normatividad. | En 2014, se estableció un impuesto al carbono como modalidad del Impuesto Especial sobre la Producción y los Servicios (IEPS); Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10–20–40. Los combustibles empleados en el proyecto contribuyen con este impuesto a las estrategias de compensación de las emisiones implementadas por el gobierno federal. De igual manera, el pago al Fondo forestal mexicano por el CUSTF adicional a las medidas de mitigación que se proponen en el ETJ se emplea para compensar el impacto generado por el proyecto en un ecosistema forestal similar al afectado. Adicionalmente se llevarán a cabo las medidas propuestas, congruentes con los instrumentos normativos en materia de impacto ambiental y resiliencia al cambio climático. |
| | 4.5.3. Fortalecer los programas de verificación vehicular estatales y/o municipales, mediante acciones de coordinación, monitoreo, inspección, reporte y vigilancia. | Debido a la inexistencia de centros de verificación vehicular en la región, los usuarios acudirán a los centros más cercanos Cadereyta, San Juan del Río o Querétaro, para su cumplimiento. |
| | **Objetivo 5, Estrategia 5.1. Fortalecer el sistema de justicia ambiental restaurativa y participativa**<br>5.1.1. Desarrollar e implementar la Estrategia de Prevención Ambiental, fortaleciendo la inspección y vigilancia, a fin de evitar ilícitos y daños ambientales, y sancionar con medidas tendientes a la reparación de los daños, reconociendo el valor social, ambiental y cultural de los ecosistemas afectados. | Se elabora la MIA-P como instrumento preventivo para obtener la autorización correspondiente. Se llevará a cabo el plan de vigilancia ambiental y los informes de cumplimiento, a la SEMARNAT, CONANP y PROFEPA para su inspección. |
| | 5.1.2. Prevenir el daño ambiental y la afectación a los recursos naturales mediante medidas voluntarias de prevención como la autorregulación, la declaración voluntaria, la auditoría, la certificación, el reconocimiento de calidad ambiental y los mecanismos voluntarios de gestión ambiental en las empresas. | Se llevarán a cabo medidas para compensar el cambio de uso de suelo y las medidas que se consideran más adecuadas para mitigar y compensar los impactos potenciales al resto de los componentes ambientales en las diferentes etapas del proyecto; se presenta el programa de vigilancia ambiental con las medidas de prevención, mitigación, control y compensación ambiental, periodos de realización y medios de verificación, acciones de respuesta de los impactos no previstos, así como los medios de comprobación con los que se demostrará su cumplimiento. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Objetivo 5, Estrategia 5.2. Fortalecer la participación ciudadana, con enfoque de derechos humanos, igualdad e interculturalidad**<br>5.2.2. Fortalecer e impulsar la integración de Comités de Vigilancia Ambiental Participativa en ecosistemas naturales prioritarios, conforme a la Estrategia de Prevención Ambiental, mediante mecanismos de coordinación entre la población y las instancias encargadas del cumplimiento de la normatividad ambiental. | Se publica un extracto de la manifestación de impacto ambiental para consulta pública, de conformidad con el REIA.<br><br>El personal del proyecto recibirá pláticas de concientización ambiental, destinada a involucrarlos en la problemática de la contaminación ambiental, sus consecuencias y los medios para prevenirla. Se integrará el comité del fraccionamiento para la vigilancia en el cumplimento de los Reglamentos municipales vinculados con el proyecto y, en su caso, llevar a cabo las denuncias correspondientes. |
| | **Objetivo 5, Estrategia 5.3. Implementar mecanismos de digitalización de trámites y simplificación de servicios**<br>5.3.1. Fortalecer y actualizar el marco normativo y regulatorio del sector ambiental, así como llevar a cabo la digitalización y la simplificación de trámites y servicios con la participación de la APF. | Se vincula el proyecto con la información ambiental vigente, disponible en los tres niveles de gobierno. |
| | 5.4.1. Contribuir con investigación, adaptación y transferencia de tecnología en materia de sistemas hídricos, ecología y calidad del agua, seguridad hídrica y gobernanza del agua para apoyar el diseño y la implementación de políticas públicas sustentadas en conocimiento especializado con enfoque territorial y participativo. | Se lleva a cabo el uso la información científica disponible, durante la elaboración de la MIA-P y se lleva a cabo el pago al Fondo Forestal Mexicano por el CUSTF, para financiar acciones de restauración de ecosistemas deteriorados.<br><br>Se vincula el proyecto con los instrumentos legales aplicables a la actividad que se pretende. |
| | 5.4.1. Contribuir con investigación, adaptación y transferencia de tecnología en materia de sistemas hídricos, ecología y calidad del agua, seguridad hídrica y gobernanza del agua para apoyar el diseño y la implementación de políticas públicas sustentadas en conocimiento especializado con enfoque territorial y participativo. | |
| | 5.4.1. Contribuir con investigación, adaptación y transferencia de tecnología en materia de sistemas hídricos, ecología y calidad del agua, seguridad hídrica y gobernanza del agua para apoyar el diseño y la implementación de políticas públicas sustentadas en conocimiento especializado con enfoque territorial y participativo. | |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Objetivo 5, Estrategia 5.5. Contribuir a garantizar el acceso a información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil**<br>5.5.1. Fortalecer los sistemas de información ambiental del sector, aprovechando las tecnologías de la información para mejorar la recopilación, digitalización, sistematización, análisis, difusión e interoperabilidad de su información, con el fin de mantener informada de manera oportuna a la ciudadanía y apoyar la toma de decisiones. | Se consideró, para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, la información disponible en las plataformas digitales de las dependencias del Sector. |
| | **Objetivo 5, Estrategia 5.6. Promover estrategias de educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental**<br>5.6.3. Promover una cultura del cuidado del ambiente para la concientización sobre la importancia de la prevención ambiental y el respeto a la legalidad ambiental | El personal del proyecto recibirá pláticas de concientización ambiental, destinada a involucrarlos, en la problemática de la contaminación ambiental, sus consecuencias y los medios para prevenirla, controlarla y abatirla. Durante la operación se acatarán los reglamentos municipales aplicables al proyecto. |
| II.12.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO | **Artículo 2.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. | Se lleva a cabo la vinculación del proyecto con las Leyes, Reglamentos, Normas y Códigos e instrumentos legales normativos que pretenden el cumplimiento de los objetivos de esta ley, establecido también en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en cada una de las regulaciones ambientales consideradas se ha manifestado como el proyecto dará cumplimento. El proyecto contempla las medidas de prevención y mitigación de los impactos al ambiente. |
| | II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma. | Se atienden las NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045 SEMARNAT-2017 y NOM-080 SEMARNAT-1994 en materia de emisiones de contaminantes y se proponen las medidas correspondientes para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos en todas las etapas del proyecto. Se establece también que las autoridades municipales mantendrán la vigilancia correspondiente en el territorio de su jurisdicción, a fin de que sean efectivamente cumplidas; por tanto, se atenderán las visitas y observaciones que se emitan al respecto. |
| | III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático | el municipio de Jalpan de Serra, Qro., en el que se enmarca el proyecto; se localiza en una zona de baja vulnerabilidad ante el cambio climático, de acuerdo con la cartografía vigente, disponible en la página del CENAPRED.<br><br>El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; se lleva a cabo en la superficie prevista para el desarrollo urbano y se proponen las medidas de compensación ambiental para mitigarlo, como |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | son la reubicación de flora y la reforestación; así mismo durante la construcción y operación se prevén medidas para reducir las emisiones. |
| | VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad | A través de los mecanismos legales, a los cuales se apega el proyecto, es compatible el desarrollo y necesidades primordiales de la población como es: el derecho a la vivienda, los servicios básicos para una vida digna y la protección de los recursos naturales. |
| | VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático | La concentración de la población en el área urbana favorece el cumplimiento de este objetivo ya que se acortan distancias para el traslado para la obtención de los bienes y servicios y se previene la fragmentación de los ecosistemas forestales en áreas mejor conservadas. |
| | VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático. | Se contemplan áreas verdes señaladas; se mantendrá el Coeficiente de Absorción del Suelo en cada lote y se promoverá la plantación de arbolado en las aceras como lo establece el Reglamento de Ecología. Los vehículos de los habitantes del fraccionamiento cumplirán con la verificación vehicular correspondiente (obligatoria en el Estado) para garantizar la baja emisión de contaminantes.<br><br>Se compensarán los servicios ambientales afectados por el CUSTF, mediante la reubicación de vegetación y reforestación de 2.8 ha. |
| | **Artículo 5o.** La federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. | El proyecto se vincula con las Leyes, Reglamentos, Normas y Códigos e instrumentos legales normativos expedidos por los tres órganos de gobierno que pretenden el cumplimiento de los objetivos de esta Ley, en cada uno, el proyecto dará cumplimento conforme a lo expuesto en cada tema y podrán realizarse las visitas que las instancias correspondientes consideren necesarias para su verificación; dando cumplimiento, evitando así sanciones. |
| | **Artículo 11**. Las Entidades Federativas y los Municipios expedirán las disposiciones legales necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta ley | El municipio de Jalpan de Serra ha emitido Reglamentos con los cuales se vincula el proyecto y se ha descrito en los capítulos correspondientes la forma como el proyecto dará cumplimiento. Así mismo, se vinculó con el Código Ambiental del Estado de Querétaro. |
| | **Artículo 26 fracción VIII**. **Responsabilidad ambiental**, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause. | Se llevarán a cabo todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados. Además del Pago al Fondo Forestal Mexicano (FFM), como requisito establecido en la LGDFS y su Reglamento por el cambio de uso de terrenos forestales y así contribuir al cuidado y preservación de los recursos forestales en México. Además, con fundamento en el artículo 35 penúltimo párrafo, y 51 fracción IV del REIA, se presentará la propuesta de garantía respecto del cumplimiento a las condiciones establecidas en la autorización, reforzando el compromiso y |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | responsabilidad ambiental del promovente en mitigar los impactos ocasionados por el proyecto. |
| | Adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional. | El proyecto pretende el desarrollo urbano para la construcción de viviendas unifamiliares, con la provisión de servicios básicos, se llevarán a cabo las medidas de prevención, mitigación compensación que se dicten en todos y cada uno de los permisos correspondientes y que tienen relación con los derechos señalados en este artículo. |
| | **Artículo 27.** La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación | En la evaluación y la propuesta de medidas, se tomó en consideración la información expuesta por las dependencias del Sector Ambiental, Federal, Estatal y Municipal. |
| | Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación, como lo señala el Artículo 30 conforme a las disposiciones siguientes:<br>I Elaborar y publicar los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático, tomando en consideración la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos;<br>II Utilizar la información contenida tanto en los atlas de riesgo como en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, para la elaboración de los planes de desarrollo urbano, reglamentos de construcción y ordenamiento territorial de las entidades federativas, los municipios; y para prevenir y atender el posible desplazamiento interno de personas provocado por fenómenos relacionados con el cambio climático;<br>Establecer planes de protección y contingencia ambientales en zonas de alta vulnerabilidad, áreas naturales protegidas y corredores biológicos ante eventos meteorológicos extremos; | Se consultó el Atlas de Riesgos del Municipio de Jalpan de Serra Querétaro publicado en el Portal del CENAPRED así como su cartografía para la ubicación del proyecto respecto a la zonificación de riesgos, descritos en el apartado correspondiente. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 31.** La política nacional de mitigación de Cambio Climático deberá incluir, a través de los instrumentos de planeación, política y los instrumentos económicos previstos en la presente ley, un diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación de las emisiones nacionales.<br>Esta política deberá establecer planes, programas, acciones, instrumentos económicos, de política y regulatorios para el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, por sectores y tomando como referencia los escenarios de línea base y líneas de base por sector que se establezcan en los instrumentos previstos por la presente Ley. | Se proponen las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales conforme a los instrumentos vigentes como son las NOMs, Leyes y Reglamentos descritos en la MIA-P. |
| | **Artículo 34.** Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:<br>II. Reducción de emisiones en el Sector Transporte:<br>Elaborar e instrumentar planes y programas de desarrollo urbano que comprendan criterios de eficiencia energética y mitigación de emisiones directas e indirectas, generadas por los desplazamientos y servicios requeridos por la población, evitando la dispersión de los asentamientos humanos y procurando aprovechar los espacios urbanos vacantes en las ciudades.<br>III. Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad<br>IV. Reducción de emisiones en el sector residuos | El proyecto se ubica en la superficie contemplada para el desarrollo urbano, el predio colinda en 3 de sus lados con el área urbana, tiene conexión con las calles y los servicios existentes, aprovechando los espacios vacantes, evitando así la dispersión y por consiguiente se reducen las emisiones causantes por el transporte al reducirse las distancias entre la vivienda y los comercios y servicios.<br><br>El Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) es un impuesto indirecto que el gobierno mexicano aplica a ciertos productos y servicios. En el caso de los combustibles, el IEPS se cobra por cada litro de gasolina o diésel vendido, para desalentar su consumo mitigando así las emisiones atmosféricas. Además del pago que se realiza por cada verificación vehicular.<br><br>A fin de mantener e incrementar los sumideros de carbono, se fortalecerá la una superficie forestal, mediante la reubicación de un porcentaje de ejemplares rescatados de la superficie de CUSTF, estableciéndolos en un área con baja cobertura forestal y se compensará la superficie afectada con la reforestación de una superficie similar a la afectada en la preparación del sitio.<br><br>Se llevará a cabo una separación clasificada de residuos desde las viviendas fomentando su valorización en los centros de acopio, reduciendo el volumen de residuos que llegan al Relleno Sanitario Municipal. Se prohibirá la incineración de todo tipo de residuos. |
| | **Artículo 87.** La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. | El proyecto no se encuentra dentro de las actividades que deban reportar dichas emisiones al Estado de conformidad con el Art 233 del Código |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 88.** Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro | Ambiental del Estado de Querétaro ya que solo se refiere a fuentes fijas listadas en el art. 232. |
| | **Artículo 96.** La Secretaría, por sí misma, y en su caso, con la participación de otras dependencias de la administración pública federal expedirá normas oficiales mexicanas que tengan por objeto establecer lineamientos, criterios, especificaciones técnicas y procedimientos para garantizar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. | Durante las etapas del proyecto y una vez que se elaboren las políticas públicas a las que se refiere esta Ley y la forma de instrumentarlas, el proyecto se apegará a lo que señalen los instrumentos normativos que al respecto regulen de forma complementaria a los Ordenamientos jurídicos ya contemplados para mitigar los impactos ocasionados por las actividades del proyecto. |
| | **Artículo 111.** La Secretaría, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, realizará actos de inspección y vigilancia a las personas físicas o morales sujetas a reporte de emisiones, para verificar la información proporcionada a la Secretaría, de acuerdo con las disposiciones reglamentarias que de esta Ley se deriven. | El proyecto no encuadra en las fuentes fijas de contaminación a la atmósfera de competencia estatal sujetas de reporte de emisiones atmosféricas de acuerdo al art. 232 del Código Ambiental del Estado de Querétaro. |
| II.12.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES | **Artículo 3.** Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley, se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:<br>VI. Sector Comercio y Servicios:<br>a. Subsector construcción:<br>a.1. Edificación residencial; | Respecto al Registro Nacional de Emisiones RENE de la SEMARNAT, los diferentes sectores deberán reportar obligatoriamente sus emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero de todas sus instalaciones cuando excedan las 25,000 $tCO_2e$ (toneladas de $CO_2$ equivalente).<br><br>Al respecto el proyecto durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción tiene su volumen de emisión anual por debajo del límite establecido por lo que queda exento de reporte; así mismo su generación anual durante la operación también se encuentra abajo de los limites sujetos de reporte.<br><br>Total de emisiones por etapa del proyecto<br><br>**Etapa del proyecto** / ****Emisión de contaminantes**<br>**tn $CO_2$** / **tn CO** / **tn NOx** / **tn $SO_2$** / **tn CH4** / **tn N2C**<br>Preparación del sitio: 4.7518 / 0.0088 / 0.0068 / 0.0133 / 0.0003 / 0.0001<br>Construcción: 22.3843 / 0.0452 / 0.0350 / 0.0682 / 0.0010 / 0.0003<br>Total de emisiones: 27.1361 / 0.0541 / 0.0418 / 0.0815 / 0.0013 / 0.0004<br><br>El tipo de proyecto consiste en la subdivisión del predio en lotes de menor dimensión para la construcción progresiva de viviendas y |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | conforme a los requisitos, para la obtención de la licencia correspondiente, se llevará a cabo la apertura de calles, la instalación de las redes de servicios como agua potable, drenaje sanitario y electricidad, obras de regulación pluvial y la pavimentación de las calles (calzada, guarniciones y banquetas).<br><br>La edificación de viviendas se llevará a cabo de manera particular por cada uno de los propietarios. En este sentido el promovente no encuadra en el subsector de la construcción sujeto de reporte, se subcontratarán los servicios a terceros para la urbanización. La construcción de las viviendas en la mayoría de los casos es autoconstrucción, mayormente de forma manual y en su defecto se subcontratan los servicios de arquitectos dedicados a la construcción o maquinaria para ciertas actividades, en su caso se solicitarán las evidencias correspondientes. |
| II.12.9. LEY DE AGUAS NACIONALES | **Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:**<br>"Delimitación de cauce y zona federal": Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;<br>"Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros.<br>"Descarga": La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;<br>"Permisos de Descarga": Título que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional, a las personas físicas o morales de carácter público y privado. | La "Delimitación de cauce y zona protección" se refiere a los Trabajos y estudios topográficos y fotogramétricos empleando principalmente técnicas de procesamiento de datos a través de los Sistemas de Información Geográfica necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal. Se presentó a validación la metodología obteniendo mediante oficio No. B00.921.04-02094 de fecha 25 de septiembre de 2024, la siguiente opinión de la CONAGUA:<br>*"Dicho cauce corresponde a una depresión topográfica que conduce los escurrimientos pluviales de la que se ubican dos polígonos propuestos para CUSTF, por sus características no se considera un bien inherente a cargo de la Comisión nacional del Agua, sin embargo, si se recomienda que se preserve para que mantenga su funcionalidad hasta en tanto no se construyan obras de drenaje pluvial en centros de población para garantizar la seguridad de los habitantes y sus bienes. Preservando además una franja de 10 metros a cada lado de las huellas máximas del margen del cauce."*<br><br>El proyecto no interfiere con el margen de las huellas máximas del escurrimiento, superficie propuesta para su conservación, atendiendo la recomendación de la CONAGUA. Adicionalmente, aun cuando no se prevé afectación a ningún escurrimiento ni cuerpo de agua, se proponen medidas de mitigación necesarias para no comprometer, ni afectar la dirección de dichos escurrimientos, así como su calidad y cantidad.<br><br>No se llevará a cabo la descarga de aguas residuales, estas serán conducidas por la infraestructura sanitaria del proyecto, conectada al |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | | colector municipal para su tratamiento en la PTAR antes de descargarlas a un cuerpo receptor. Para ello se contará con la factibilidad del servicio proporcionado por la CEA. |
| II.12.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS | **Artículo 1**. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación | Durante las actividades de preparación del sitio, se contempla la formación de brigadas para la recolección de los residuos que se localicen en la superficie del proyecto, para disponerlos de forma separada en los centros de reciclaje o relleno sanitario respectivamente. Durante la ejecución del proyecto de igual manera se llevará a cabo el manejo y control de los residuos sólidos urbanos y los derivados de la construcción en coordinación con el municipio de Jalpan para disponerlos en el Relleno sanitario municipal.<br><br>Los residuos sólidos, líquidos, sanitarios, los de manejo especial y peligrosos, generados durante las actividades del proyecto, se atenderán conforme a la normatividad y lo descrito en el apartado correspondiente; abordado también en las medidas de prevención y mitigación propuestas. Será verificado su cumplimiento conforme lo establece el plan de vigilancia ambiental.<br><br>Los residuos generados por el proyecto, durante la construcción de viviendas y ocupación futura, serán gestionados por el servicio de limpia municipal; efectuando la clasificación desde la fuente, una segunda separación en el área de transferencia del relleno sanitario; promoviendo su reciclaje y la disposición final de los residuos no reciclables en las celdas de confinamiento. |
| | **Artículo 3**.- Se consideran de utilidad pública:<br>I. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales<br>puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;<br>II. La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y<br>remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud;<br>III. Las medidas de emergencia que las autoridades apliquen en caso fortuito o fuerza mayor,<br>tratándose de contaminación por residuos peligrosos, y<br>IV. Las acciones de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de<br>residuos. | Acciones a considerar por parte del promovente, correspondientes con el proyecto:<br>I. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;<br>II. La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud;<br>IV. Las acciones de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 16.-** La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo. | Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se colocarán un par de recipientes plásticos de 200L de capacidad con rótulos de residuos orgánicos e inorgánicos respectivamente, para que el personal realice la separación en el sitio de generación, su traslado a cargo del promovente y el adecuado manejo por personal del relleno sanitario |
| | **Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. | |
| | **Artículo 19**.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:<br><br>III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades; | Durante la ejecución del proyecto, no se prevé la generación de residuos derivados del mantenimiento de la maquinaria debido a que ingresarán al sitio en perfectas condiciones y con la afinación correspondiente; debido al tiempo de empleo de maquinaria pesada, en la apertura de las vialidades y zanjeo para la introducción de tuberías (agua y drenaje sanitario), no se requerirá del mantenimiento en el sitio. En caso de averías serán reparadas en el sitio llevando a cabo su manejo conforme al Plan de manejo de combustibles y atención a derrames (anexo). Los vehículos y maquinaria con ruedas serán trasladados a talleres mecánicos establecidos para el mantenimiento. |
| | V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales | Las aguas residuales sanitarias durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán tratadas en el biodigestor el cual cumple con la normatividad conforme a la información del fabricante. |
| | VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; | Los materiales excedentes procedentes de la excavación de vialidades y zanjeo, serán trasladados en camiones tapados hacia el banco de tiro. Los RCD serán manejados como se establece en el apartado correspondiente, los materiales generados en la construcción de viviendas serán responsabilidad de los propietarios, el promovente realizará la supervisión para su adecuado manejo danto parte a la autoridad municipal por desacato, recordando que son regulados por los Reglamentos municipales |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | **Artículo 31.-** Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:<br>I. Aceites lubricantes usados;<br>III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;<br>IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; | No se contempla la generación y manejo de este tipo de residuos, en todo caso serán manejados en los talleres mecánicos donde se realice el mantenimiento preventivo y correctivo. Los residuos derivados de reparaciones por averías, serán gestionados conforme al programa de manejo de combustibles y atención a derrames, entregándolos a una empresa autorizada para su adecuado manejo o estableciendo convenios con los talleres mecánicos para el manejo junto con sus residuos, debido a la reducida cantidad que pueda generarse y los volúmenes que exigen las empresas para llevar a cabo la prestación del servicio. |
| | **Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera.<br><br>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos | Los residuos peligrosos derivados del mantenimiento de la maquinaria y los derivados de la remediación de derrames accidentales que se produzcan, estarán a cargo del promovente; le corresponderá su adecuado manejo y disposición con la empresa autorizada que tenga contratada o taller mecánico regulado, presentando evidencia de cumplimiento en los informes correspondientes.<br><br>El control de los micro generadores de residuos peligrosos, corresponde a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento. |
| | **Artículo 49.-** La Secretaría, mediante la emisión de normas oficiales mexicanas, podrá establecer disposiciones específicas para el manejo y disposición final de residuos peligrosos por parte de los micro generadores y los pequeños generadores de estos residuos, en particular de aquellos que por su peligrosidad y riesgo así lo ameriten. | Esta ley se vincula con el proyecto debido a la generación de residuos por parte de los trabajadores, y los residuos derivados del desmonte y de materiales de construcción; aunque se buscará fomentar su reducción, reutilización y reciclaje; se llevarán a cabo las acciones para el cumplimiento de estas disposiciones, su descripción se hace el apartado correspondiente en donde se proponen las medidas y la infraestructura para su adecuado manejo. Además de corresponder con algunas acciones contenidas en la UGA 1 del POEREQ a la que se dará cabal cumplimiento, recordando que en materia de residuos sólidos urbanos la federación se apoya de los gobiernos estatales y municipales para su aplicación. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| II.12.11. LEY PARA LA PREVENCIÓN, GESTIÓN INTEGRALY ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS RESIDUOSDEL ESTADO DE QUERÉTARO | **Artículo 1.** Las disposiciones contenidas en la presente Ley son de orden público y de observancia obligatoria en todo el territorio del Estado de Querétaro; tiene por objeto regular la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos, con el fin de incrementar la productividad de los materiales que los constituyen, propiciar la regeneración de los recursos naturales, mitigar la liberación de gases con efecto de invernadero, buscando la prosperidad económica y equidad social en la entidad. | Se llevará a cabo una plática de concientización ambiental al personal del proyecto en la que se incluye el tema de clasificación y manejo responsable de los residuos generados por el proyecto. Se proveerá infraestructura para a la separación de residuos generados por los trabajadores y las obras del proyecto, entregando en centro de acopio los materiales valorizables, los orgánicos y residuos de excavaciones a bancos de tiro, los residuos no reciclables al relleno sanitario para su confinamiento y los residuos peligrosos a empresas autorizadas para el manejo correspondiente. |
| | **Artículo 14.** En función del tipo de residuos, estos se clasifican en:<br>- Residuos sólidos urbanos; y<br>- Residuos de manejo especial. | Se lleva a cabo la clasificación de residuos conforme al apartado correspondiente y bases de cálculo presentadas en los anexos de la MIA-P, realizando el manejo correspondiente por tipo de residuo. |
| | **Artículo 21.** Los generadores de residuos domiciliarios de manejo especial, sólidos urbanos y biorresiduos, están obligados a adoptar medidas para prevenir su generación y aprovechar o valorizar los residuos que no puedan evitar. Sólo los residuos no aprovechables o valorizables se entregarán a los recolectores para su disposición final, según lo indiquen las autoridades municipales con competencia en la materia. | Se atenderán los reglamentos municipales para la clasificación y recolección separada de residuos por el servicio de limpia municipal durante la operación del proyecto. |
| | **Artículo 22.** Respecto a los residuos de manejo especial como los derivados de la construcción, mantenimiento y demolición, los generadores deberán entregarlos en sitios autorizados para tal fin, sujetándose a lo dispuesto en la normativa oficial mexicana de planes de manejo y a la normativa técnica ambiental estatal que, en su caso, resulte aplicable; de lo contrario serán acreedores a las sanciones correspondientes. | Los residuos de manejo especial y derivados de la construcción se depositarán en bancos de tiro y centros de acopio, por tipo de residuo, conforme a la clasificación realizada en el apartado correspondiente |
| | **Artículo 24.** En materia de residuos, está prohibido: | Se atenderán las prohibiciones señaladas en este artículo, durante la generación, manejo, traslado y disposición d ellos residuos generados por el proyecto y los recolectados en las campañas de limpieza en el área de influencia. |
| | **Artículo 28.** La prestación del servicio de limpia corresponde a los municipios. El servicio público de limpia comprende: | En tanto no se lleve a cabo la entrega recepción del fraccionamiento las actividades estarán a cargo del promovente y personal designado para realizarlas. |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | I. El barrido de vías públicas, áreas comunes y vialidades, así como la recolección de los residuos sólidos; y<br>II.El acopio, almacenamiento, plantas de separación, transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. | |
| | **Artículo 35.** Las autoridades municipales instrumentarán campañas permanentes para fomentar la separación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial desde su fuente, para facilitar la implantación de sistemas para la gestión integral de dichos residuos, conforme a los lineamientos que establezca la Secretaría. | El servicio de limpia municipal lleva a cabo la recolección separada de residuos por lo que los habitantes del fraccionamiento atenderán las disposiciones correspondientes |
| | **Artículo 39.** La recolección de residuos sólidos urbanos en las etapas de barrido de las áreas comunes, vialidades y en general de la vía pública, deberá ser asegurada por los municipios, independientemente de que se concesionen los servicios de limpia, y efectuada con la debida regularidad, conforme se establezca en las disposiciones reglamentarias y demás ordenamientos que se emitan al respecto | En tanto no se lleve a cabo la entrega recepción del fraccionamiento las actividades estarán a cargo del promovente y personal designado para realizarlas. |
| | **Artículo 40.** La recolección domiciliaria regular por los servicios de limpia de los residuos sólidos urbanos correspondientes a los pequeños generadores, que ellos mismos no puedan prevenir, aprovechar o valorizar, se realizará de acuerdo con planes previamente establecidos, mediante los cuales se definirá la periodicidad con la que ocurrirá, los horarios y días en los que tendrá lugar, así como las rutas que se seguirán y los puntos en los que tendrá lugar. | Se promoverá la valorización de los residuos desde los generadores, llevando a cabo la separación en las viviendas. |
| | **Artículo 45.** Los municipios tienen la obligación de implementar sistemas de recolección selectiva de residuos de su competencia que posibiliten su reciclado y otras formas de valorización, con participación de la población involucrada, de las organizaciones de recicladores y el sector privado, de manera consistente con la responsabilidad extendida. | En el municipio de Jalpan de Serra se lleva a cabo la recolección selectiva de residuos por lo que los habitantes darán cumplimiento a la separación conforme a las indicaciones de la autoridad competente |
| | **Artículo 62.** Los residuos sólidos que no hayan podido ser aprovechados o valorizados de manera económicamente viable y ambientalmente efectiva, serán destinados a tratamiento o confinamiento en rellenos sanitarios, como última opción en la jerarquía de manejo. | Los residuos no valorizables serán trasladados por personal del proyecto durante la preparación del sitio y construcción al relleno sanitario municipal para su confinamiento |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| II.12.12. LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO | **Artículo 1.** La presente Ley es de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional.<br>Las disposiciones de esta Ley tienen por objeto:<br>• Fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los Asentamientos Humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente.<br>• Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los Asentamientos Humanos en el territorio nacional.<br>• Fijar los criterios para que, en el ámbito de sus respectivas competencias exista una efectiva congruencia, coordinación y participación entre la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación de la Fundación, Crecimiento, Mejoramiento, consolidación y Conservación de los Centros de Población y Asentamientos Humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos.<br>• Definir los principios para determinar las Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios que regulan la propiedad en los Centros de Población, | El proyecto se lleva a cabo en correspondencia con el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra Querétaro, instrumento normativo elaborado conforme a los instrumentos legales correspondientes y participación de las dependencias federales, estatales y municipales relacionadas. |
| | **Artículo 11.** Corresponde a los municipios:<br>• Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de las diversas acciones urbanísticas, con estricto apego a las normas jurídicas locales, planes o programas de Desarrollo Urbano y sus correspondientes Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios. | Se deriva de este instrumento normativo el Programa de Desarrollo Urbano Municipal de Jalpan de Serra.<br><br>Se lleva a cabo el trámite en materia de impacto ambiental como requisito primario para obtener las licencias de subdivisión y construcción para llevar a cabo el proyecto. |
| | **Artículo 40.** Los planes y programas municipales de Desarrollo Urbano señalarán las acciones específicas necesarias para la Conservación, Mejoramiento y Crecimiento de los Centros de Población, asimismo establecerán la Zonificación correspondiente. En caso de que el ayuntamiento expida el programa de Desarrollo | El proyecto se lleva a cabo en congruencia con el PDUCPJS en un uso de suelo urbano habitacional H2, consta en Dictamen de Uso de Suelo emitido por la autoridad municipal |

| Nombre del instrumento jurídico | Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) |
|---|---|---|
| | Urbano del centro de población respectivo, dichas acciones específicas y la Zonificación aplicable se contendrán en este programa. | |
| | **Artículo 45.** Los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los Asentamientos Humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.<br><br>Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de Desarrollo Urbano. | Se observan y atienden los instrumentos de regulación del desarrollo urbano (planes y programas) de los tres niveles de gobierno; así como el ordenamiento ecológico regional del estado de Querétaro, el municipio de Jalpan de Serra no cuenta con un ordenamiento ecológico local. |

# CAPITULO III - . DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

## III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

El proyecto comprende una superficie para urbanización de 29,258.86 m² dentro de los límites establecidos para el desarrollo urbano conforme al Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. Se ubica al noroeste del límite urbano y presenta proximidad a vialidades existentes, así como acceso a infraestructura y servicios urbanos disponibles en el área urbana colindante.

El predio presenta cobertura de vegetación forestal en la totalidad de su superficie. La topografía corresponde a una ladera con exposición este y noreste. En su interior no se identifican manantiales; sin embargo, lo intercepta un escurrimiento temporal, el cual no se constituye como zona federal de acuerdo con la CONAGUA. El predio colinda al este, noreste y sureste con la mancha urbana, mientras que hacia el sur y suroeste limita con terrenos de uso forestal. Desde el punto de vista paisajístico, el entorno inmediato se encuentra influenciado principalmente por la presencia de caminos y construcciones asociadas al límite urbano.

Debido a su localización y uso permitido en la delimitación del área urbana, el predio presenta condiciones físicas que permiten su subdivisión en lotes, con dimensiones acordes a lo establecido en las Normas y Reglamentos aplicables en materia de Desarrollo Urbano. Se aprovecha la infraestructura de servicios urbanos básicos existente, incluyendo suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje sanitario y vialidades, por lo que no se requiere la ejecución de obras complementarias de gran escala, tales como subestaciones eléctricas, estaciones de rebombeo, tanques de almacenamiento o plantas de tratamiento de aguas residuales. La intervención se limita a la dotación indispensable de servicios para la habilitación de los lotes, permitiendo su posterior comercialización y la construcción gradual de viviendas conforme a la demanda.

Se considera legalmente factible el proyecto al encontrarse en propiedad privada del promovente y al ser congruente con las políticas de crecimiento establecidas en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. De acuerdo con dicho instrumento de planeación, el área de interés presenta vocación para el desarrollo urbano con un uso de suelo clasificado como **Habitacional (H2)**. Asimismo, se prevé el cumplimiento integral de la normatividad ambiental aplicable, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, mismas que serán ejecutadas conforme a lo descrito en el apartado correspondiente.

*Tabla 125 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica*

| **Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto** | |
|---|---|
| **Criterios para delimitación 1** | **Estratégicos:**<br>• La delimitación de la región ecológica comprende gran parte de la superficie del Plan de Desarrollo del Centro de Población de Jalpan de Serra, con una distribución estratégica de superficies con políticas de uso de suelo, dentro de una planeación de ordenamiento territorial. Dentro de los planes de desarrollo integral se encuentran las estrategias y programas de los tres niveles de gobierno para la mejora en la prestación de servicios como vialidades que apoyen en el descongestionamiento vial al interior del área urbana, planes de re-calibración e infraestructura para el mejoramiento en el suministro de energía eléctrica; planes para el abasto y suministro eficiente de agua potable, principalmente.<br>• Durante la preparación del sitio y construcción se cubrirán las necesidades de agua desde las fuentes de abatecimiento de la CEA, sin embargo, la formación de los escurrimientos y recarga de los acuíferos se lleva a cabo en las partes altas de la región ecológica incluso fuera de sus límites.<br>• Durante la operación del proyecto se demandarán productos y servicios que son obtenidos en las áreas agrícolas situadas en la parte baja de la región ecológica; los vehículos tanto los empleados en la etapa de preparación del sitio y construcción como los vehículos particulares de los habitantes del fraccionamiento circularán por las vialidades al interior de la región ecológica, para el acarreo de materiales, de residuos de construcción y residuos sólidos urbanos.<br>• Fuera de los límites de la RE se localizan los bancos de materiales, de tiro y el relleno sanitario municipal, sin embargo, cuentan con sus propias regulaciones. Los ruidos vibraciones y polvos a lo largo de su trayecto, así como un impacto vial, se manifiestan en los límites urbanos considerados en la delimitación de la RE.<br>• La disponibilidad de terrenos para la edificación de vivienda en el área urbana en donde se concentran los servicios, es un factor importante a considerar por los habitantes distribuidos en la región ecológica para decidir mudarse al sitio del proyecto dejando de impactar los recursos en las partes altas; considerando que cualquier reducción o modificación en la cobertura vegetal en las partes altas repercute en la parte baja de la RE en donde se localiza el proyecto.<br><br>**Institucionales:**<br>• Si bien es cierto que la cabecera municipal de Jalpan es concentradora de servicios de los tres niveles de gobierno; durante la operación del fraccionamiento su población acudirá a realizar trámites a las oficinas de los organismos operadores de servicios y otras necesidades, en las diferentes oficinas distribuidas en toda la traza urbana de la cabecera municipal.<br>**Operativos:** |

- Durante las distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) las necesidades del proyecto se localizan en los mismos sitios en donde la demanda se incrementará durante su vigencia.
- Durante la construcción se tendrán repercusiones en distintas áreas de la superficie contemplada por la región ecológica; la circulación de vehículos se llevará a cabo de extremo a extremo del área urbana ocasionando carga vehícular, por la dispersión de partículas y sobre todo por las emisiones de ruidos y contaminantes atmosféricos, que pueden extenderse incluso fuera de los límites establecidos, hacia sitios alejados de la traza urbana.
- Durante la operación del proyecto (ocupación del fraccionamiento y consumo de servicios) se incrementará la circulación por las principales vialidades distribuidas en toda la traza urbana y hacia los puntos de conexión con otros municipios; acceder a los distintos sitios de servicios (escuelas, universidades, hospitales, laboratorios), comerciales (centros de trabajo, tiendas, bancos), sociales y recreativos (parques, auditorios, gimnasios) etc. por lo que sus impactos se manifestarán en toda la superficie.

**Técnicos agronómicos y ambientales**:

- Se empleó la delimitación la REtambién empleado como área de estudio del ETJ correspondiente; documento científico destinado a demostrar que una obra o actividad que ocasione afectación por la remoción de la vegetación forestal, tiene previsto controlar la afectación en grado admisible y por lo tanto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua y la afectación de su captación; y que el uso alternativo del suelo que se proponga será más productivo a largo plazo.
- Los cambios de uso de suelo generan cambios en los patrones del clima aumentando la temperatura y disminuyendo la precipitación, consecuentemente se reduce la recarga de acuíferos en las **partes altas de la microcuenca** y por ende su abatimiento en las partes bajas. La impermeabilización de la superficie del suelo por la urbanización cambia la hidrografía del terreno, pudiendo resultar en inundaciones más frecuentes en las partes bajas. De ahí que los estudios hidrológicos consideren los parteaguas como el área de captación. La reducción de la cobertura del suelo y el uso de energía tiende a afectar el equilibrio natural del calor, ya que el calor generado por los autos, que, combinado con el calor diurno atrapado por las estructuras urbanas y la liberación más lenta durante la noche del calor almacenado, crea un efecto conocido como: “efecto isla de calor” que puede elevar las temperaturas en la ciudad de 5°C a 10°C. y que por los límites (alturas) de los parteaguas de la microcuenca, la temperatura se distribuye y mantiene en el espacio geográfico de la región ecológica. La dirección de los vientos en la zona, provienen de las partes bajas hacia los límites la REpor lo tanto las emisiones atmosféricas son arrastradas hacia dichos puntos.
- El fracaso del mercado urbano de tierras (falta de espacios) induce a una urbanización inapropiada y ejerce presión sobre los

| | |
|---|---|
| | ecosistemas naturales que las rodea; por lo que la disponibilidad de tierras, en las partes bajas de la microcuenca repercute de manera positiva en la conservación de los recursos en la parte alta, debido a la rentabilidad para disponer de los servicios básicos en las zonas donde estos se concentran. En consecuencia, el desarrollo en las partes altas puede impactar negativamente a la microcuenca aguas abajo mediante la disminución excesiva del flujo natural y la erosión del suelo. |
| **Superficie de la Región Ecológica** | 3,066.99 ha |
| **Enlaces a archivos anexos**<br><br>Polígono de la Región ecológica<br><br>Mapa de la región ecológica | |

Con el propósito de disponer de elementos técnicos para el análisis de los factores ambientales con los que colinda el proyecto y evaluar su posible afectación, se establece la delimitación del área de estudio.

Para delimitar la **Región Ecológica** del proyecto, y en estricto cumplimiento con la GUÍA para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental y el *Artículo 3º, Fracción XXXI de la LGEEPA*, se adopta como base la unidad del territorio que comparte características ecológicas comunes, definida formalmente por la regionalización de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 1 del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (publicado en el Periódico Oficial *'La Sombra de Arteaga'*). La zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, los cuales serán considerados en el análisis o para justificar las razones de la elección, para delimitar el área de estudio.

La Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT tomando en cuenta la Norma para la elaboración del ETJ, considera a la microcuenca como la unidad de análisis para los cálculos de infiltración, erosión y los efectos del CUSTF; y la DGIRA considera como la delimitación de la región ecológica a la UGA, cuando existe un programa de ordenamiento territorial. De acuerdo al POEREQ (ref. P.O. 05/09/2022), la UGA 1, a la que corresponde el proyecto, es muy extensa al abarcar la totalidad del ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, por lo tanto, se considera a la microcuenca como superficie de estudio (Región ecológica), esta superficie comprende sus áreas de influencia directa e indirecta.

Se considera adecuada una delimitación de la región ecológica (SA), que haya utilizado algunos de los siguientes criterios:

- ✓ Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
- ✓ Factores sociales, como poblaciones, municipio, etc.

- ✓ Usos del suelo y tipos de vegetación.
- ✓ Rasgos geomorfológicos.
- ✓ Cuenca y microcuenca.
- ✓ Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano.
- ✓ Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.

Deberá asegurarse que la delimitación la RE permita identificar:

- ✓ El potencial impacto ambiental que podría generar el proyecto en determinado espacio geográfico.
- ✓ La zona de influencia directa e indirecta en dicho espacio geográfico.
- ✓ Impactos ambientales preexistentes.
- ✓ Las medidas de mitigación y compensación ante el escenario estudiado y el desarrollo del proyecto y;
- ✓ Escenarios ambientales sin el proyecto, con el proyecto sin medidas de mitigación y con el proyecto con medidas de mitigación.

En este sentido, **la Unidad de Gestión Ambiental con la que intercepta el proyecto es demasiado grande por considerarse al ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda como una sola UGA** con política de conservación. El instrumento de regulación de los usos de suelo y de las actividades productivas que es el Programa de Manejo. El proyecto se ubica en un área de aprovechamiento intensivo, no obstante, las superficies tienen una delimitación subjetiva en el PM, por lo que carecen de límites físicos con coordenadas, además de que su extensión es grande.

Por otro lado, **la cuenca o microcuenca**, **es un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un complejo de relaciones**, donde los recursos hídricos aparecen como factor determinante. El territorio de la cuenca facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de si éstos se agrupan allí en comunidades delimitadas por razones político–administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los **caminos y vías de acceso** y al hecho de que deben enfrentar peligros comunes.

**Desde el punto de vista operativo**, la microcuenca posee un área que puede ser planificada mediante la utilización de recursos locales y un número de familias que puede ser tratado como un núcleo social que comparte intereses comunes (agua, servicios básicos, Infraestructura, organización, entre otros.).

En la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, la

planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la microcuenca debe considerar todas estas interacciones.

La **microcuenca es el ámbito lógico para planificar el uso y manejo de los recursos naturales**, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito que pudiera ser considerado (municipio, región, poblado, propiedad, ruta o sector, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible. De esta manera, **cuando se busca conciliar e integrar los objetivos de producción y protección de los recursos naturales tomar la microcuenca como ámbito de planificación de las acciones resulta ser la mejor opción técnica y estratégica** para introducir cambios en los sistemas de producción y el manejo de los temas ambientales. Una acción ligada al uso y manejo de la tierra que se realice en la microcuenca normalmente presenta un impacto medible a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, sobre la recuperación o deterioro del suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Se empleó en la delimitación la RE, el área de estudio del ETJ correspondiente; documento científico destinado a demostrar que una obra o actividad que ocasione afectación por la remoción de la vegetación forestal, tiene previsto controlar la afectación en grado admisible y por lo tanto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua y la afectación de su captación; y que el uso alternativo del suelo que se proponga será más productivo a largo plazo.

Los cambios de uso de suelo generan cambios en los patrones del clima aumentando la temperatura y disminuyendo la precipitación, consecuentemente se reduce la recarga de acuíferos en las **partes altas de la microcuenca** y por ende su abatimiento en las partes bajas. La impermeabilización de la superficie del suelo por la urbanización cambia la hidrografía del terreno, pudiendo resultar en inundaciones más frecuentes en las partes bajas. De ahí que los estudios hidrológicos consideren los parteaguas como el área de captación. La reducción de la cobertura del suelo y el uso de energía tiende a afectar el equilibrio natural del calor, ya que el calor generado por los autos, que, combinado con el calor diurno atrapado por las estructuras urbanas y la liberación más lenta durante la noche del calor almacenado, crea un efecto conocido como: “efecto isla de calor” que puede elevar las temperaturas en la ciudad de 5°C a 10°C. y que por los límites (alturas) de los parteaguas de la microcuenca, la temperatura se distribuye y mantiene en el espacio geográfico de la región ecológica. La dirección de los vientos en la zona, provienen de las partes bajas hacia los límites la REpor lo tanto las emisiones atmosféricas son arrastradas hacia dichos puntos.

El fracaso del mercado urbano de tierras (falta de espacios) induce a una urbanización inapropiada y ejerce presión sobre los ecosistemas naturales que las rodea; por lo que la disponibilidad de tierras, en las partes bajas de la microcuenca repercute de manera positiva en la conservación de los recursos en la parte alta, debido a la rentabilidad para disponer de los servicios básicos en las zonas donde estos se concentran. En consecuencia, el desarrollo en las partes altas puede impactar negativamente a la microcuenca aguas abajo mediante la disminución excesiva del flujo natural y la erosión del suelo.

**Justificación de la selección de la región ecológica**

Considerando que el impacto que produce un proyecto no solo versa en el aspecto negativo, sino que también puede producir efectos positivos ambientales y sociales, se tiene que el proyecto también considera las áreas en las que se puede frenar la urbanización no controlada de las zonas periféricas de la ciudad.

El hecho de considerar los impactos en los aspectos sociales y económicos hasta donde el proyecto puede tener alcance (área de influencia indirecta) no se aleja del análisis sobre los impactos ambientales considerados en el entorno inmediato (área de influencia directa) y del área puntual donde se desarrollan los impactos con mayor intensidad. En este sentido, **la metodología de valoración de los impactos ambientales considera rangos de graduación del efecto, empleando el criterio de EXTENSIÓN**, referida a la magnitud del área de manifestación del impacto. La evaluación de este criterio puede hacerse en función del área de influencia directa e indirecta, definida para el proyecto, asignándole conforme a los alcances que tendrán las acciones asociadas a la ejecución del proyecto, la extensión hasta donde podrían verse reflejados; aclarando que estos pueden ser tanto de carácter positivo como de carácter negativo, siendo en la mayoría de los casos los de carácter positivo los que se extienden más allá del área de influencia directa (área influencia indirecta) y los impactos negativos los que se concentran mayormente en el área de influencia directa (en torno al sitio de construcción).

Por lo antes expuesto, se considera que **la delimitación de la región ecológica comprende el escenario en donde repercutirán las acciones del proyecto tanto de manera positiva como negativa, directa e indirecta.**

Considerando que el proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el área de crecimiento urbano (Habitacional H2), la valoración de los impactos ambientales que esta actividad ocasionaría a los factores del medio físico-químico principalmente; se calculan con base en un área de captación (microcuenca) para valorar sus efectos como son: la reducción de la infiltración y el escurrimiento superficial derivados de la reducción de la cubierta forestal, de manera que pueda estimarse la pérdida de suelo y el balance hídrico y hacer la comparación entre la superficie propuesta para el proyecto y la región ecológica.

En ese contexto, los alcances del proyecto incluyen a la **microcuenca**, desde el parte aguas hasta su punto de salida, a fin de considerar la superficie que derivó los cálculos correspondientes en el ETJ (en proceso de autorización) y ser congruentes con el análisis de los impactos en la MIA-P. Además, el proyecto generará impactos positivos indirectos que se extienden en gran parte de estos límites, incluso fuera de ellos.

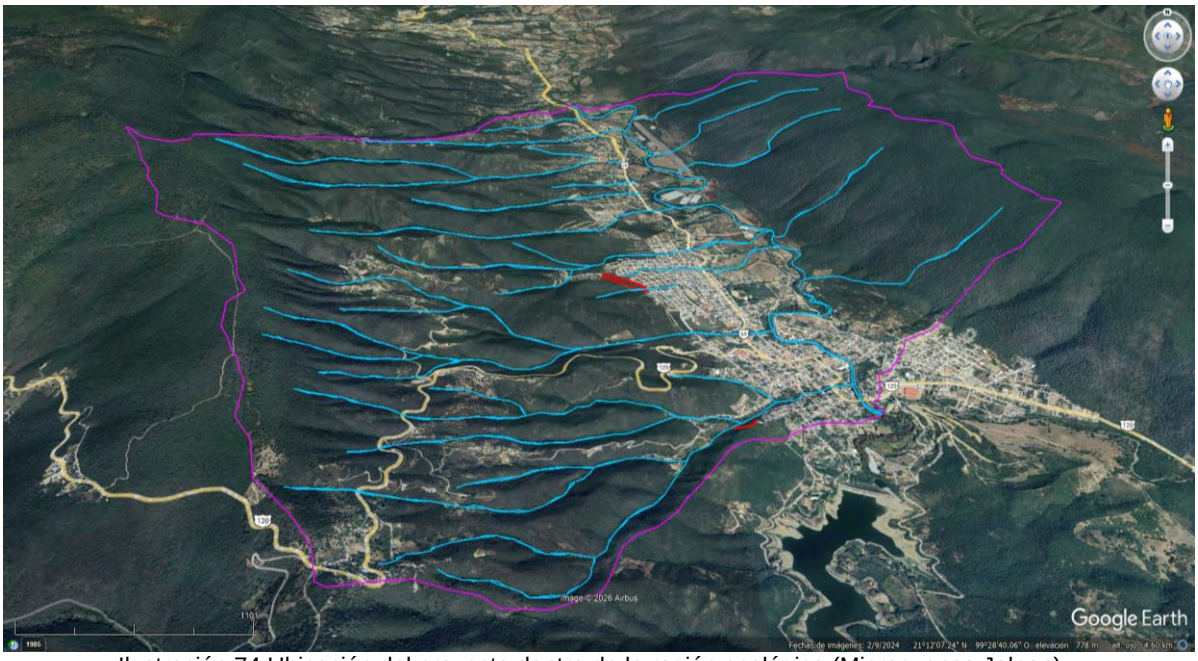



Ilustración 74 Ubicación del proyecto dentro de la región ecológica (Microcuenca Jalpan).

Se considera a la **microcuenca como Unidad de Análisis (Región ecológica)**, debido a que su extensión permite una evaluación más objetiva en comparación con la Unidad de Gestión Ambiental 1 (UGA 1) del POEREQ. La microcuenca comprende una parte significativa del área urbana de la cual se obtendrán bienes y servicios ambientales. Asimismo, integra el escurrimiento principal que podría verse afectado por la contaminación del agua proveniente de escurrimientos tributarios de carácter temporal que interceptan el proyecto y que confluyen en él. Debido a su localización en un entorno delimitado por el relieve, las emisiones de ruido pueden considerarse circunscritas a este ámbito espacial. Dentro de estos límites también se incluyen las áreas donde se ejecutarán las medidas de compensación ambiental.

La Región ecológica comprende el área de distribución de la población apta para la contratación de mano de obra, dado que las tendencias de desarrollo o deterioro asociadas a la ejecución del proyecto inciden de manera directa y prioritaria en las poblaciones localizadas en su interior. Asimismo, el proyecto se plantea dentro de las demarcaciones del desarrollo urbano, por lo que los límites definidos comprenden tanto la superficie de influencia directa como la indirecta, dentro y fuera del polígono urbano. En este sentido, la RE se define también como el área en la

que se manifiestan los impactos sociales y económicos asociados a la ejecución del proyecto.

Las áreas que cumplen una función asociada al proyecto, pero que no se localizan directamente dentro de la RE, tales como el relleno sanitario municipal y los bancos de materiales, se ubican fuera de los límites del área de estudio. No obstante, dichas obras se encuentran reguladas y cuentan con autorizaciones vigentes, así como con el cumplimiento de las condicionantes establecidas en materia de impacto ambiental. De igual forma, la presa Jalpan se localiza fuera de los límites del SA; sin embargo, de acuerdo con el alcance del proyecto, no se prevé la generación de impactos sobre este cuerpo de agua.

La Región ecológica se delimitó con base en los parteaguas que definen el origen de la microcuenca exorreica **Jalpan**, establecida por FIRCO, en la cual se localiza el proyecto. Esta delimitación se realizó conforme a lo descrito en el apartado correspondiente a la Delimitación de la microcuenca específica, donde se presentan sus características físicas y las coordenadas geográficas que establecen sus límites.

### III.2. TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

La Región ecológica cubre una superficie total de 3,066.99 hectáreas, esta se destina para varios usos, divididos en agropecuarios, áreas forestales, y otros usos; esto con base en la capa de ***Usos de suelo y tipos de vegetación*** del INEGI 2020, en su **serie VII**.

La mayoría del territorio de la microcuenca se encuentra ocupada por ecosistemas forestales, de esta manera este uso cubre 2,172.69 ha, es decir el 70.842% del total de la cuenca; los tipos de vegetación presentes son: Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SBC), vegetación primaria de selva baja caducifolia, bosque de encino-pino y bosque de encino, en las partes altas.

El uso agropecuario abarca alrededor de 676.77 ha, lo que equivale al 22.066% de la superficie total del SA; dentro de este uso encontramos dos categorías: Agricultura de temporal anual y Agricultura de riego anual.

Además de los usos anteriores, la capa del INEGI reporta la superficie ocupada por los asentamientos humanos y zonas urbanas (uso urbano construido) que cubren un área de 217.52 ha y representa el 7.092% de la superficie total que abarca la microcuenca, dentro de este uso se encuentra el uso Urbano Construido (AH).

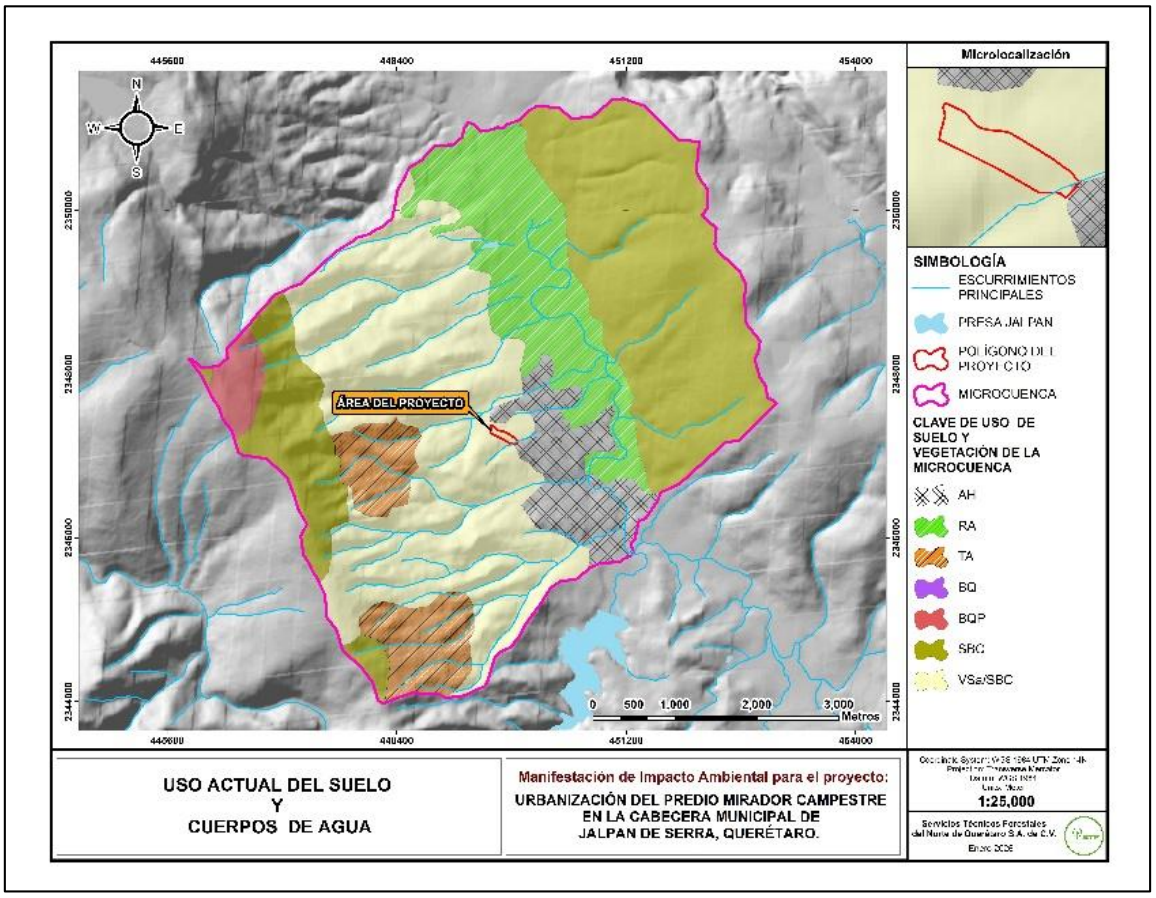



Ilustración 75 Clasificación de usos de suelo y vegetación

### III.2.1. VEGETACIÓN PREDOMINANTE EN LA RE Y EN LA SUPERFICIE DEL PROYECTO

*Tabla 126 Especies potenciales dentro de la RE*

| Especies potenciales | |
|---|---|
| **Componente** | Listados de especies potenciales |
| **Flora** | Especies potenciales |

El 100% del polígono del proyecto tiene vegetación forestal. La comunidad vegetal al interior del polígono propuesto fue determinada por su composición florística y derivada de las observaciones y especies encontradas durante el inventario para cálculo de los volúmenes y especies a remover en el área de CUSTF dentro del predio.

Mediante observaciones de campo al estado actual de la cobertura forestal, se identifica como Vegetación secundaria arbustiva correspondiente a selva baja caducifolia. Los ejemplares presentes dentro de la superficie destinada a la construcción corresponden predominantemente a individuos de porte bajo. En términos generales, el ecosistema forestal susceptible de afectación presenta baja

productividad, condición que sustenta su clasificación como **vegetación secundaria y confirma que su estado de conservación se encuentra en proceso de degradación.**

La vegetación en la superficie a desmontar y en general en la superficie circundante al predio se encuentra impactada principalmente por la actividad antropogénica debido a la existencia de veredas en su interior por donde transitan algunos habitantes de la región, además de residuos sólidos urbanos depositados de manera clandestina en la superficie propuesta y en sus colindancias; por lo que estas condiciones locales comprometen el estado de conservación de la cobertura forestal lo que trae como consecuencia que su estado se considere en proceso de degradación, debido también a la extracción de leña por parte de los habitantes de las colindancias.

La superficie del proyecto no es la ideal para el establecimiento de fauna silvestre, principalmente por el ruido que genera por toda la serie de actividades que se llevan a cabo en la zona, recordando que el predio limita con el asentamiento urbano en dos de sus lados; debemos considerar que el estado de conservación de la cobertura forestal (vegetación secundaria), ya que es otro de los factores que hace poco atractivo a los sitios para el establecimiento de nidos y madrigueras para fauna silvestre. En este sentido, el cambio de uso de suelo no pone en riesgo el estado de conservación de la vegetación que sustenta el suelo actualmente, ya que dicha vegetación ya se encuentra impactada por las actividades antropogénicas que se desarrollan en los alrededores y cercanías a las zonas forestales. No se considera que se comprometa la permanencia o distribución de estos ecosistemas forestales, debido a que existen zonas mejor conservadas al interior de la microcuenca en donde los impactos son menores comparados con la superficie a afectar con el proyecto.

A fin de impactar lo menos posible la vegetación que limita con la superficie de urbanización, la remoción del arbolado al interior del predio será mediante la técnica de derribo direccional empleando motosierra y en caso de ser necesario, cuerdas que permitan dirigir la caída de cada uno de los ejemplares del estrato arbóreo. No se hará el balconeo, es decir, los materiales producto del corte no serán derramados aguas debajo de la pendiente, sino que se emplearán durante el proceso constructivo y los excedentes se enviarán a un banco de tiro autorizado.

A continuación de describe el tipo de vegetación terrestre mayormente distribuido en la región ecológica y el cual resultará afectado por el CUSTF en la superficie del proyecto.

**Selva baja caducifolia**

La Selva Baja Caducifolia, también denominada como Bosque Tropical Caducifolio, se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semi secos o sub secos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se caracteriza por la dominancia fisonómica de un estrato arbóreo compuesto por especies con afinidad tropical que no sobrepasan los 10 m de altura; en ocasiones pueden existir dos estratos, mismos que en temporada seca pierden su follaje (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978). Los árboles presentan hojas compuestas con foliolos pequeños y su corteza se caracteriza por ser exfoliante o de colores vivos (Zamudio, et al, 1992). Constituye el ecosistema terrestre más complejo del área y el tipo de vegetación con mayor biodiversidad. En este ecosistema es común la abundancia de *Lysiloma microphylla*, aunque también se encuentra ampliamente representado por especies del género *Bursera* spp. En sitios conservados, el estrato herbáceo está poco desarrollado e incluso totalmente ausente (Rzedowski, 1978). A comunidades sucesionales arbustivas que presentan esta estructura sin cambios después de muchos años, algunos autores lo denominan como Matorral Subtropical, en donde aumenta la densidad de especies como *Ipomoea murucoides*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri* y especies del género *Opuntia* (Pineda et al, 2007 y Zacarías-Eslava et al, 2011).

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

## III.2.2. METODOLOGÍA DE MUESTREO A UTILIZAR EN INVENTARIO DE VEGETACIÓN

*Tabla 127 Resumen datos de muestreo en vegetación.*

| **Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE)** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Componente** | Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro) | Métodos (Transecto, lineal, área, puntual) | Número de sitios de muestreo | Horario de muestreo (diurno, nocturno) | Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)5 | Fecha de realización y esfuerzo del muestreo | Comunidad Perenne o estacional | Comunidad Acuática o terrestre |
| **Flora** | Aleatorio, Simple | Área, puntual | 44 | Diurno | Invierno | Enero y febrero<br><br>Esfuerzo: 44 sitios | Estacional | Terrestre |

*Tabla 128 Índices a utilizar para determinar la diversidad biológica*

| **Índices de diversidad biológica** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Componente** | **Nombre de Índice (Shannon-Wiener, Simpson, de Valor de Importancia, entre otros)** | **Parámetro** | **Valor del Índice** | | | **Análisis y conclusiones de los resultados de los índices8** |
| | | | **AP** | **AI** | **RE** | |
| **Flora** | Índice de Shannon-Wiener | Índice de Biodiversidad | Arbóreo. 1.3343<br>Arbustivo: 2.3581<br>Cactáceas: 0.5623<br>Herbáceo: 2.0621 | | Arbóreo. 1.8001<br>Arbustivo: 2.7830<br>Cactáceas: 1.1097<br>Herbáceo: 2.5528 | |
| | Índice de Valor de Importancia (IVI), | Valor de importancia | Arbóreo: 100.165<br>Arbustivo: 79.655<br>Cactáceas: 206.923<br>Herbáceas: 84.737 | | Arbóreo: 80.789<br>Arbustivo:65.416<br>Cactáceas: 166.308<br>Herbáceas: 53.423 | |
| **Enlaces a archivos anexos**<br><br>Base de datos inventario forestal | | | | | | |

## III.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

### III.3.1. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

El destino del suelo en el predio es **Urbano Habitacional con una densidad de 200 hab./ha**.; los usos del área urbana de Jalpan, en las colindancias del predio, se definen con base en la Zonificación Secundaria del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Jalpan de Serra. En torno al proyecto los usos son: habitacional H2 hacia tres de sus colindancias (Norte, Sur y Este); una pequeña porción en la esquina al noroeste colinda con un uso de Protección Ecológica Agrícola Moderado (PEAM), sin embargo, físicamente se puede apreciar que hacia dicha colindancia se localiza un asentamiento. Se anexa plano en gran formato de zonificación secundaria del PDUCPJS.

### III.3.2. ASPECTOS BIÓTICOS

#### *III.3.2.1. Vegetación terrestre*

La Región ecológica cubre una superficie total de 3,066.99 hectáreas, esta se destina para varios usos, divididos en agropecuarios, áreas forestales, y otros usos; esto con base en la capa de ***Usos de suelo y tipos de vegetación*** del INEGI 2020, en su **serie VII**.

La mayoría del territorio de la microcuenca se encuentra ocupada por ecosistemas forestales, de esta manera este uso cubre 2,172.69 ha, es decir el 70.842% del total de la cuenca; los tipos de vegetación presentes son: Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SBC), vegetación primaria de selva baja caducifolia, bosque de encino-pino y bosque de encino, en las partes altas.

El uso agropecuario abarca alrededor de 676.77 ha, lo que equivale al 22.066% de la superficie total del SA; dentro de este uso encontramos dos categorías: Agricultura de temporal anual y Agricultura de riego anual. Además de los usos anteriores, la capa del INEGI reporta la superficie ocupada por los asentamientos humanos y zonas urbanas (uso urbano construido) que cubren un área de 217.52 ha y representa el 7.092% de la superficie total que abarca la microcuenca, dentro de este uso se encuentra el uso Urbano Construido (AH).

Dentro del área destinada a la construcción del proyecto, la cartografía del INEGI indica que la superficie presenta, de manera parcial, uso urbano y uso forestal. No obstante, con base en la exploración física y mediante el inventario forestal, se tiene que el 100 % del polígono evaluado se encuentra cubierto por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, en la superficie total de 2.9258 ha. En virtud de lo anterior, se gestiona el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La composición florística, diversidad y condiciones estructurales de la vegetación se describen en el apartado correspondiente.

*Tabla 129. Uso del suelo en la microcuenca y en el área del proyecto, según cartografía del Inventario Forestal Nacional del INEGI 2010*

| Tipos de vegetación | Clave | Área (has) | % | Superficie de CUSTF | % |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Forestal*** | | | | | |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja | VSa/SBC | 1105.25 | 36.037 | 2.7316 | 0.24 |
| Selva baja caducifolia | SBC | 1009.09 | 32.902 | | |
| Bosque de encino-pino | BQP | 58.20 | 1.898 | | |
| Bosque de encino | BQ | 0.15 | 0.005 | | |
| ***Subtotal*** | | **2172.69** | **70.842** | | |
| ***Agrícola y pecuario*** | | | | | |
| Agricultura de riego anual | RA | 454.72 | 14.826 | | |
| Agricultura de temporal anual | TA | 222.05 | 7.240 | | |
| ***Subtotal*** | | **676.77** | **22.066** | | |
| ***Otros usos*** | | | | | |
| Asentamientos humanos | AH | 217.52 | 7.092 | | |
| ***Subtotal*** | | **217.52** | **7.092** | | |
| **Total** | | **3066.99** | **100.00** | | |

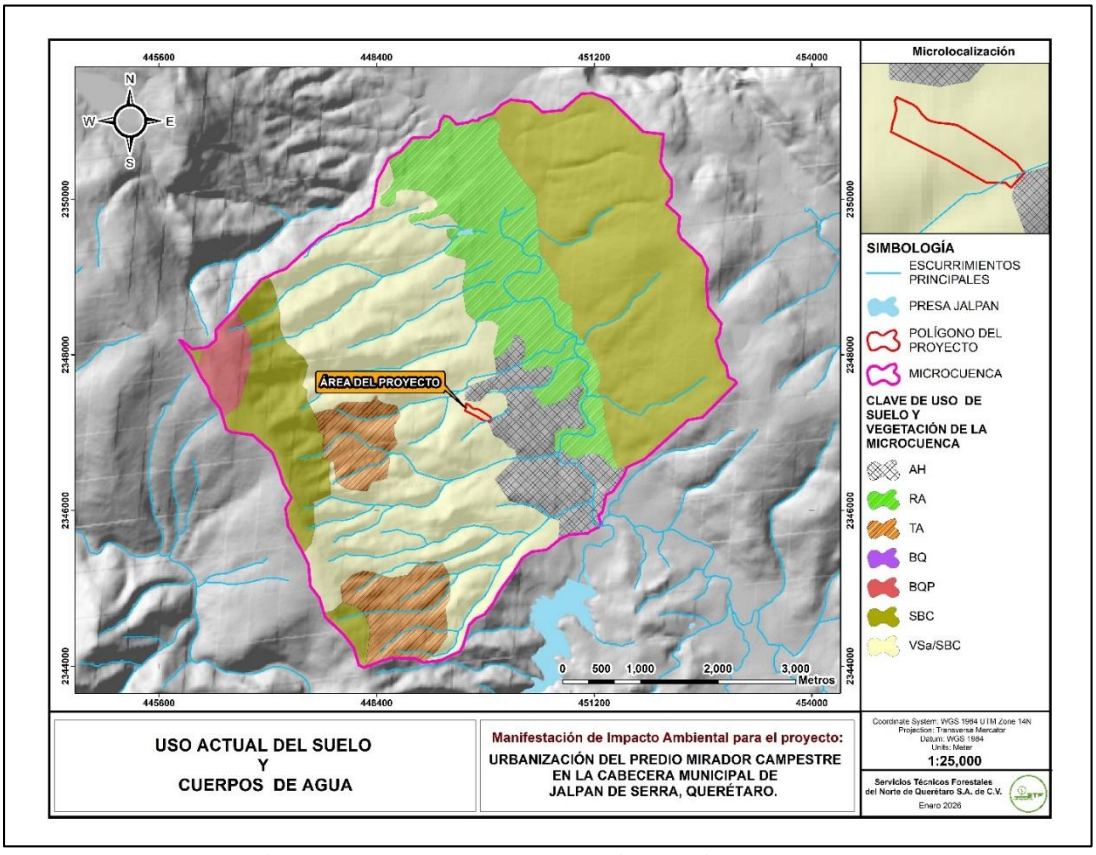



Ilustración 76 Uso del suelo en la región ecológica y en el predio

Debido al error escalar que llegan a presentar las capas del INEGI, los recorridos de campo realizados por el personal encargado en la elaboración del presente Estudio, permitieron determinar que el predio donde se pretende ejecutar el proyecto, así como en sus colindancias que ya forman parte de la vegetación en la cuenca, corresponden a terrenos que se encuentran bajo un uso forestal, y el ecosistema a afectar con la ejecución del proyecto durante el proceso de cambio de uso de suelo (remoción de vegetación) se clasifica como **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC)**, esto considerando la calidad en la que se encuentran los ejemplares y a la presión antropogénica en la que se ve envuelta por estar aledaña a la mancha urbana de la cabecera municipal de Jalpan de Serra.

Descripción de los principales usos del suelo en la región ecológica, conforme a la bibliografía consultada y lo observado en campo.

**Uso agrícola y pecuario**

Los usos agrícola y pecuario en la microcuenca abarcan una superficie total de 676.77 hectáreas. De acuerdo con el régimen de lluvias, este uso se clasifica en agricultura de temporal anual y agricultura de riego anual. La agricultura de temporal anual comprende 222.05 hectáreas, lo que representa el 7.240 % de la superficie total de la microcuenca, mientras que la agricultura de riego anual ocupa 454.72 hectáreas, equivalente al 14.826 %. La superficie destinada a las actividades agrícolas se localiza principalmente en las porciones central y baja de la microcuenca, correspondientes al valle de Jalpan, en áreas colindantes con los asentamientos humanos, lo que favorece el acceso y desplazamiento hacia las parcelas de cultivo.

**Uso forestal**

Los terrenos forestales de la microcuenca se desarrollan sobre suelos que mantienen condiciones de conservación, dado que este uso del suelo requiere áreas con aptitud productiva. Este uso cubre aproximadamente 2,172.69 hectáreas de la superficie total de la microcuenca. La Selva Baja Caducifolia con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SBC) constituye el tipo de vegetación de mayor extensión, con una superficie de 1,105.25 ha, equivalente al 36.037 %, localizada principalmente en la porción poniente de la microcuenca. La selva baja caducifolia en condición primaria se distribuye de manera predominante en el extremo nororiente, ocupando 1,009.09 ha, lo que representa el 32.902 % de la superficie total de la cuenca hidrológico-forestal. En contraste, el bosque de encino presenta la menor representatividad, con una superficie aproximada de 0.15 ha.

Derivado del desarrollo del proyecto, se prevé la remoción de ejemplares de vegetación pertenecientes a este ecosistema forestal en una superficie de 27,316 m², equivalente a 2.7316 ha, lo que corresponde al 0.24 % de la superficie total

ocupada por la selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva dentro de la microcuenca.

**Asentamientos humanos**

Los asentamientos humanos se distribuyen principalmente en las porciones bajas de la microcuenca, particularmente en áreas de valle. Este uso del suelo comprende las zonas donde se concentran localidades, colonias y fraccionamientos del municipio de Jalpan, con una superficie estimada de 217.52 ha, equivalente al 7.092 % de la región ecológica. La información corresponde a la capa de uso del suelo y vegetación del INEGI; sin embargo, debido a la dinámica del crecimiento urbano, pueden presentarse variaciones asociadas a la actualización de la cartografía.

### *III.3.2.2. Estado de conservación de la vegetación en la Microcuenca*

Un parámetro importante al momento de describir la vegetación, es el estado de conservación que presenta la misma, siendo esta variable la que identifica el grado de perturbación de la cubierta vegetal natural.

**Vegetación secundaria**

Es el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente.

*Tabla 130 Grado de perturbación de la vegetación natural en la Microcuenca.*

| Estado de la vegetación | Área ha | % |
|---|---|---|
| Secundario | 1,105.25 | 50.87% |
| Primario | 1,067.44 | 49.13% |
| **Total** | **2,172.69** | **100.00%** |

***Fase de la vegetación secundaria***

Se refiere a la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos:

- **Arbórea**: Se desarrolla después de trascurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas de herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar árboles formadas por una sola especie o varias.
- **Arbustiva**: Se desarrolla transcurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general están formadas por muchas especies.
- **Herbácea**: Se desarrolla inmediatamente después del desmonte original, durando de 1 a 2 años según el lugar.

*Tabla 131. Nivel de perturbación de la vegetación secundaria.*

| Perturbación de la vegetación | Área (ha) | % |
|---|---|---|
| Arbórea | 0.00 | 0.00% |
| Arbustiva | 1,105.25 | 100.00% |
| Herbácea | 0.00 | 0.00% |
| **Total** | **1,105.25** | **100.00%** |

En la tabla siguiente se presenta el estado de conservación y el grado de la sucesión en que se encuentra la vegetación natural que aún posee la Microcuenca (RE).

*Tabla 132. Nivel de perturbación por tipo de vegetación.*

| Tipo de Vegetación | Sucesión | Grado* | Área (Ha) |
|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | Primario | | 1,009.09 |
| | Secundario | Arbóreo | 0.00 |
| | | Arbustivo | 1,105.25 |
| | | Herbáceo | 0.00 |
| Bosque de encino-pino | Primario | | 58.20 |
| | Secundario | Arbóreo | 0.00 |
| | | Arbustivo | 0.00 |
| | | Herbáceo | 0.00 |
| Bosque de Encino | Primario | | 0.15 |
| | Secundario | Arbóreo | 0.00 |
| | | Arbustivo | 0.00 |
| | | Herbáceo | 0.00 |
| ***Subtotal primario*** | | | *1,067.44* |
| ***Subtotal secundario*** | | | *1,105.25* |
| **Total forestal** | | | **2,172.69** |

Fuente: Serie VII de INEGI

*Esta variable solo se considera para la superficie que se encuentra como vegetación secundaria, de acuerdo a la serie VII del INEGI.

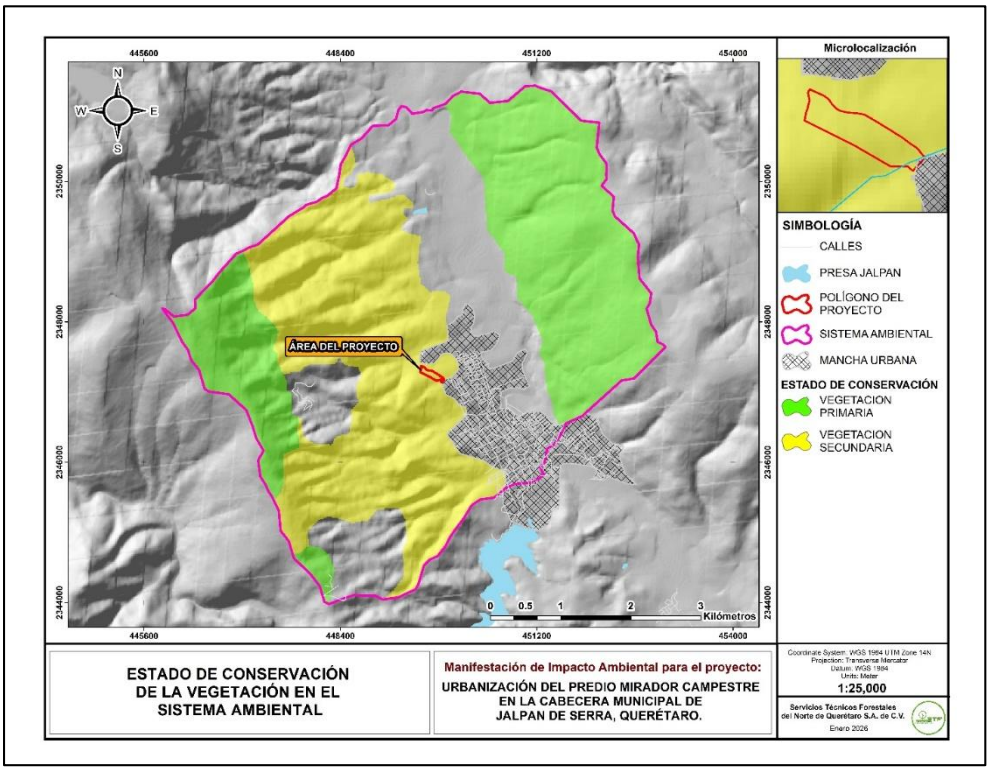



Ilustración 77 Estado de conservación de la vegetación en la Microcuenca.

Para el caso de la vegetación secundaria dentro de la microcuenca, de acuerdo con la serie VII de la carta de uso de suelo y vegetación elaborada por el INEGI, la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia es el que mayor superficie representa para los terrenos forestales de la cuenca, seguido por la vegetación primaria de selva baja caducifolia y en menor proporción se encuentra el bosque de encino.



### *III.3.2.3. Caracterización de la vegetación (inventario)*

La información de abundancia y riqueza de especies en los estratos considerados, se obtuvo de un muestreo forestal ejecutado en zonas fuera de la superficie propuesta para el proyecto, dentro de la microcuenca (Región ecológica). El muestreo aplicado fue de tipo **aleatorio** dentro de áreas con vegetación de **selva baja caducifolia** similar a la del área del proyecto y a partir de la información levantada se realizaron los cálculos de diversidad y valor de importancia.

La metodología consistió en la evaluación de datos obtenidos mediante un muestreo aleatorio. La superficie muestreada es equivalente a la superficie muestreada en la superficie forestal dentro del predio, que es de 4,400 $m^2$. El objetivo de este muestreo fue comparar la diversidad y abundancia de la flora que se encuentra en la zona sujeta a cambio de uso de suelo y la condición de la vegetación en la Microcuenca de estudio (RE).

- *Forma y tamaño de los sitios*

Para la evaluación de la vegetación se dividió en 4 estratos: arbóreo, arbustivo (que incluye rosetófilas), cactáceas y herbáceo. Para las especies arbóreas, arbustos y cactáceas se levantaron sitios circulares de 5.64 de radio (100.00 $m^2$) y cuadrangulares de 1 $m^2$ para el caso de herbáceas.

En la siguiente tabla se muestra el tamaño de los sitios de muestreo utilizados en el inventario de campo para evaluar los estratos de la flora en la microcuenca.

*Tabla 133. Tamaño y número de sitios de muestreo realizados en cada estrato en la Microcuenca*

| Estrato | Nombre | Tamaño del sitio ($m^2$) | Número de sitios |
|---|---|---|---|
| 1 | Arbóreo | 100.00 | 44 |
| 2 | Arbustivo | 100.00 | 44 |
| 3 | Cactáceas | 100.00 | 44 |
| 4 | Herbáceo | 1.00 | 44 |

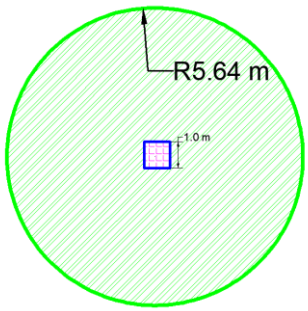



Ilustración 78 Forma y tamaño de los sitios de muestreo en la Microcuenca.

- *Tamaño de la muestra*

Se decidió realizar un **pre-muestreo** en la Microcuenca, en dicho pre-muestreo se obtienen datos de riqueza especifica por sitio de muestreo (para cada estrato que compone el ecosistema a evaluar), para que con ello se pueda obtener un dato de varianza en la población de estudio, que dicho sea de paso para la cuenca, es una población muy grande y extensa; con la obtención de un dato de varianza se define el tamaño de muestra óptimo.

La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra cuando la población es muy grande (poblaciones infinitas) es la que se muestra a continuación:

$$n = \frac{t^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.
t: Valor de t de tablas.
S2: Varianza.
E: Precisión de la estimación.

De acuerdo con la muestra preliminar, los tamaños de muestra calculados varían en cada estrato; esto, por el nivel de variabilidad de riqueza especifica que tiene cada sitio en sus diferentes estratos.

*Tabla 134. Resumen del cálculo de tamaño de muestra por cada estrato en la Microcuenca.*

| Estrato evaluado | Tamaño de muestra calculado |
|---|---|
| Arbóreo | 20.9 |
| Arbustivo | 42.6 |
| Cactáceas | 35.5 |
| Herbáceo | 43.4 |

Como se observa en la tabla anterior, el tamaño de muestra calculado, usando como variable la riqueza de especies por sitio, indica que se requiere de al menos 43.4 sitios para evaluar la riqueza y biodiversidad de la vegetación en la porción de la cuenca muestreada; dicho tamaño de muestra calculado, indica un esfuerzo de muestreo adecuado y congruente con lo ejecutado para esta unidad de análisis (44 sitios).

- *Confiabilidad del muestreo*

La riqueza, entendida como el número de especies, es la medida de biodiversidad empleada con mayor frecuencia (Gastón, 1996). De acuerdo con la información

recabada en el muestreo en la cuenca se obtuvo una **riqueza específica de 96 especies en los cuatro estratos considerados**.

Sin embargo, el error de considerar como valor absoluto la cantidad de especies para un área determinada es el subestimar el número total de especies (S) encontradas en un muestreo, ya que no todas tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución, por lo que no se estarían reportando las especies "raras" o de baja distribución en un ecosistema o unidad geográfica determinada. Por lo anterior, se tienen técnicas que miden la "rarefacción" de ciertas especies y su extrapolación con el objetivo de estimar el número real de las especies en el área de estudio.

Bajo el escenario anterior, se ha emplea el programa estadístico *EstimateSwin 9.1*, para dar un suavizado previo de la curva y darnos una idea previa de la pendiente al final de la curva, ya que es este parámetro el que nos estará indicando cuán lejos o cerca estamos de encontrar una *asíntota* en la curva de acumulación de especies.

Para evaluar la calidad del muestreo se considera la función que describa su curva de acumulación. Funciones diferentes modelan la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994), siendo las más utilizadas la *función exponencial negativa* y la *ecuación de Clench* (Fagan & Kareiva, 1997; Moreno & Halffter, 2000). Para este caso en particular, se ha empleado la **ecuación de Clench** para modelar dicha curva con los parámetros obtenidos.

La ecuación de Clench es el modelo más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. Esta ecuación está recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que, cuanto más tiempo se pasa en el campo (es decir, cuanta más experiencia se gana con el método de muestreo y con el grupo taxonómico), mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberón & Llorente, 1993, citado por Jiménez & Hortal, 2003); su expresión matemática es:

$$S_n = a*n/ (1 + b*n)$$

**Dónde**: *a* es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y *b* es un parámetro relacionado con la forma de la curva.
El ajuste de esta función se realiza mediante estimación no lineal, existiendo varios métodos iterativos de ajuste que van desde los más simples, como el algoritmo de Quasi-Newton basado en las derivadas primera y segunda de la *loss function* (función que describe el error en el ajuste del modelo a los datos observados), hasta métodos más complejos y robustos como, el algoritmo de Simplex, de Simplex and

Quasi-Newton (éste último es el que se ha aplicado a este análisis), basados en procedimientos geométricos para minimizar la *loss function* (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para ajustar el modelo mediante la Ecuación de Clench, se ha empleado el software *StatSoft Statistica 10 enterprise,* con el siguiente procedimiento:

1. Primeramente, se construye la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo. Esta matriz debe contener los datos de abundancia por estrato (pues el análisis se realiza por cada estrato de forma independiente). El archivo se guarda en formato .*TXT* (delimitado por tabulaciones).
2. El archivo se carga en el programa *EstimateS* y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendado un mínimo de 100).
3. De la tabla de resultados, nos interesan las columnas de *Samples* (número de muestras, unidades de muestreo, sitios de muestreo, etc.) y *Sest* (que corresponde al número de especies promedio acumuladas).
4. Estos resultados se exportan al programa de tratamiento estadístico de datos Statistica y se accede al módulo de estimación No Lineal.
5. En el sub-módulo que permite al usuario introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación específica del programa empleado. En este caso, se ajustará el modelo de Clench.
6. Se selecciona el método de ajuste o de estimación de los parámetros del modelo. En este caso se utiliza el método de Simplex and Quasi Newton.
7. Como resultados se obtiene, entre otras cosas:
    - El coeficiente de determinación (R2). Un valor cercano a 1, indica un buen ajuste del modelo.
    - Los parámetros de la función, a y b.
    - La gráfica de la función ajustada a los datos.
8. Una vez obtenidos los datos anteriores con el programa *Statistica*, se evalúa la calidad del inventario calculando la pendiente al final de la curva, para ello se hace uso de la primera derivada de la ecuación de Clench, la cual es, la pendiente en un punto *n*. La fórmula es la que sigue:

$$P_N = a/ (1 + b*n)^2$$

**Donde:** PN es la pendiente de la curva de riqueza acumulada a un punto n de unidad de muestreo; *a* y *b*, son parámetros proporcionados por el programa estadístico y n es la unidad de muestreo.

Para el ejemplo en cuestión es igual a: *PN = 3.35228 / (1 + (0.18386 * 61))2 = 0.02*. Lo cual, para diversos autores, cuando la pendiente en un punto de interés es menor a 0.1, se considera fiable y riguroso (exhaustivo) (De Juana Aranza et al., 2009); a esto se le llama criterio de exhaustividad.

Una vez teniendo en consideración el planteamiento y la ejemplificación anterior, es que se presenta el análisis de las curvas de acumulación para el muestreo ejecutado en el ecosistema de selva baja caducifolia dentro de la microcuenca hidrográfica, por estrato.

Se incluyen en los gráficos las curvas de los 'singletons (especie que apareció en un solo sitio con un individuo) o uniques (especie que solo apareció en un sitio independientemente del número de individuos que registro en dicho sitio, pudiendo ser 2 o más)' (especies representadas por un individuo), ya que dichas curvas son también un buen indicador de la representatividad del muestreo. Cuando estas curvas **son asintóticas o tienden a descender**, como se observa en este caso, indican que se ha logrado un buen muestreo, pues se ha considerado la mayoría de las especies catalogadas como "raras" o "únicas" dentro del ecosistema.

## Estrato arbóreo

Para determinar si la muestra es representativa para las especies del **estrato arbóreo** presentes en la microcuenca, se empleó el software *EstimateS 9.1* y *StatSoft Statistica 10 enterprise* para una aleatorización de los datos de riqueza acumulada, y posterior estimación de la riqueza verdadera, a partir de la riqueza muestreada mediante el ajuste de la función de Clench.

Para este estrato se tiene que se encontraron **22 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades**, con las características de dimensión mencionadas en apartados anteriores, de ello se ajustó la función de Clench a los datos obtenidos en el muestreo, y se encontró lo siguiente:

*Tabla 135 Resultados de la riqueza específica del estrato arbóreo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 104.14 | 8.16 | 6.49 | 4.63 | 5.16 | 11.15 | 2.21 | 8.2 |
| 2 | 208.27 | 11.11 | 10.08 | 2.80 | 7.87 | 14.36 | 2.64 | 5.67 |
| 3 | 312.41 | 12.9 | 12.37 | 1.87 | 9.6 | 16.21 | 2.74 | 5.44 |
| 4 | 416.55 | 14.14 | 13.95 | 1.34 | 10.84 | 17.45 | 2.63 | 4.83 |
| 5 | 520.68 | 15.06 | 15.11 | 1.00 | 11.8 | 18.32 | 2.61 | 4.34 |
| 6 | 624.82 | 15.76 | 16.00 | 0.78 | 12.57 | 18.95 | 2.47 | 3.98 |
| 7 | 728.95 | 16.32 | 16.70 | 0.63 | 13.21 | 19.43 | 2.45 | 3.62 |
| 8 | 833.09 | 16.79 | 17.26 | 0.51 | 13.77 | 19.81 | 2.53 | 3.6 |
| 9 | 937.23 | 17.19 | 17.73 | 0.43 | 14.26 | 20.12 | 2.52 | 3.51 |
| 10 | 1041.36 | 17.54 | 18.12 | 0.36 | 14.7 | 20.39 | 2.54 | 3.4 |
| 11 | 1145.5 | 17.86 | 18.46 | 0.31 | 15.1 | 20.61 | 2.54 | 3.31 |
| 12 | 1249.64 | 18.14 | 18.74 | 0.27 | 15.47 | 20.81 | 2.38 | 3.18 |
| 13 | 1353.77 | 18.4 | 19.00 | 0.23 | 15.81 | 20.99 | 2.31 | 3.01 |
| 14 | 1457.91 | 18.64 | 19.22 | 0.21 | 16.13 | 21.15 | 2.39 | 3.07 |
| 15 | 1562.05 | 18.86 | 19.41 | 0.18 | 16.42 | 21.3 | 2.34 | 2.98 |
| 16 | 1666.18 | 19.07 | 19.59 | 0.16 | 16.7 | 21.44 | 2.4 | 3.06 |

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 1770.32 | 19.27 | 19.74 | 0.15 | 16.97 | 21.57 | 2.4 | 3.09 |
| 18 | 1874.45 | 19.45 | 19.88 | 0.13 | 17.21 | 21.69 | 2.4 | 3.08 |
| 19 | 1978.59 | 19.62 | 20.01 | 0.12 | 17.45 | 21.8 | 2.46 | 3.13 |
| 20 | 2082.73 | 19.79 | 20.13 | 0.11 | 17.67 | 21.91 | 2.36 | 3 |
| 21 | 2186.86 | 19.94 | 20.23 | 0.10 | 17.88 | 22.01 | 2.33 | 3 |
| 22 | 2291 | 20.09 | 20.33 | 0.09 | 18.07 | 22.11 | 2.3 | 2.96 |
| 23 | 2395.14 | 20.23 | 20.42 | 0.09 | 18.26 | 22.2 | 2.3 | 2.98 |
| 24 | 2499.27 | 20.36 | 20.51 | 0.08 | 18.44 | 22.29 | 2.23 | 2.9 |
| 25 | 2603.41 | 20.49 | 20.58 | 0.07 | 18.61 | 22.37 | 2.13 | 2.85 |
| 26 | 2707.55 | 20.61 | 20.66 | 0.07 | 18.77 | 22.46 | 2.14 | 2.86 |
| 27 | 2811.68 | 20.73 | 20.72 | 0.06 | 18.92 | 22.53 | 2.13 | 2.87 |
| 28 | 2915.82 | 20.84 | 20.78 | 0.06 | 19.06 | 22.61 | 2.12 | 2.88 |
| 29 | 3019.95 | 20.94 | 20.84 | 0.06 | 19.19 | 22.69 | 2.1 | 2.85 |
| 30 | 3124.09 | 21.04 | 20.90 | 0.05 | 19.32 | 22.76 | 2.04 | 2.8 |
| 31 | 3228.23 | 21.14 | 20.95 | 0.05 | 19.45 | 22.83 | 2.05 | 2.84 |
| 32 | 3332.36 | 21.23 | 21.00 | 0.05 | 19.56 | 22.89 | 2.02 | 2.84 |
| 33 | 3436.5 | 21.31 | 21.05 | 0.04 | 19.66 | 22.96 | 1.99 | 2.81 |
| 34 | 3540.64 | 21.39 | 21.09 | 0.04 | 19.76 | 23.02 | 1.9 | 2.74 |
| 35 | 3644.77 | 21.47 | 21.13 | 0.04 | 19.86 | 23.08 | 1.8 | 2.63 |
| 36 | 3748.91 | 21.54 | 21.17 | 0.04 | 19.94 | 23.14 | 1.76 | 2.59 |
| 37 | 3853.05 | 21.61 | 21.21 | 0.04 | 20.02 | 23.2 | 1.68 | 2.54 |
| 38 | 3957.18 | 21.68 | 21.24 | 0.03 | 20.1 | 23.26 | 1.53 | 2.39 |
| 39 | 4061.32 | 21.74 | 21.27 | 0.03 | 20.17 | 23.31 | 1.53 | 2.39 |
| 40 | 4165.45 | 21.8 | 21.31 | 0.03 | 20.24 | 23.36 | 1.49 | 2.37 |
| 41 | 4269.59 | 21.85 | 21.34 | 0.03 | 20.29 | 23.41 | 1.37 | 2.27 |
| 42 | 4373.73 | 21.91 | 21.37 | 0.03 | 20.35 | 23.46 | 1.24 | 2.17 |
| 43 | 4477.86 | 21.95 | 21.39 | 0.03 | 20.4 | 23.51 | 1.03 | 1.99 |
| 44 | 4582 | 22 | 21.42 | 0.03 | 20.44 | 23.56 | 1 | 2 |

**Parámetros de la función de Clench ajustada:**

*a*= 9.09098

*b*= 0.4067

Función de Clench ajustada S= ((11.096438895032) *n) /(1+((0.49351871115517) *n)).
Proporción de varianza explicada por la función, **$R^2$: 0.974**.
Primera derivada al esfuerzo de muestreo aplicado (*n=59*): **$P_N$ = 0.03**.
Proporción de flora del estrato arbóreo registrado: $S_{obs}$/ *(a/b) = 22 / (11.09644/0.49352) = 0.978 = **97.2**%*.
Riqueza total teórica estimada por el programa en el estrato: a/b = **22.63 especies**.
Riqueza observada: **22 especies**.

De acuerdo a los datos calculados y parámetros generados por el programa utilizando la función de Clench, es posible decir lo siguiente:

El ajuste del modelo probado (función de Clench) al de los datos observados en campo (muestras aleatorizadas) es muy buena, con un **$R^2$ de 0.974**, lo cual nos indica que la estimación es certera y modela muy bien la proporción de la riqueza

observada. Por otra parte, considerando la pendiente de la recta tangente al esfuerzo de muestreo aplicado (**n = 44**), nos muestra que el valor es de **0.03**, **valor menor a 0.1**, lo cual se puede considerar que el esfuerzo de muestreo es **exhaustivo**, pues dicha pendiente está tendiendo a cero, **es decir a la formación de una asíntota al final de la curva**, lo cual nos está mostrando que por más esfuerzo de muestreo aplicado se estaría encontrando una cantidad insignificante de nuevas especies (raras o únicas).

La riqueza teórica estimada por el programa, dado por la relación de los parámetros *a/b* resultantes del ajuste de los datos de riqueza observada en campo con la función de Clench, nos indica que se ha encontrado una buena proporción de flora, pues se ha logrado registrar **casi el 100% (97.2%) de las especies** que predice la función para el esfuerzo de muestreo aplicado (habiendo encontrado 22 especies y el programa predice 22.63, existiendo una diferencia casi nula –menos de una especie-). Por lo que estadísticamente con el muestreo **se ha logrado obtener un buen registro de la riqueza especifica** de flora del **estrato arbóreo** en la **microcuenca hidrográfica**.

Adicional a lo anterior, se dice que el muestreo ejecutado es representativo y muestra la completitud de la flora del estrato arbóreo de la cuenca, ya que tan solo haciendo caso del **criterio de exhaustividad ($P_N$<0.1)**, el inventario es considerado fiable y riguroso, suficiente para evaluar la biodiversidad del estrato en el ecosistema, en la unidad de análisis.

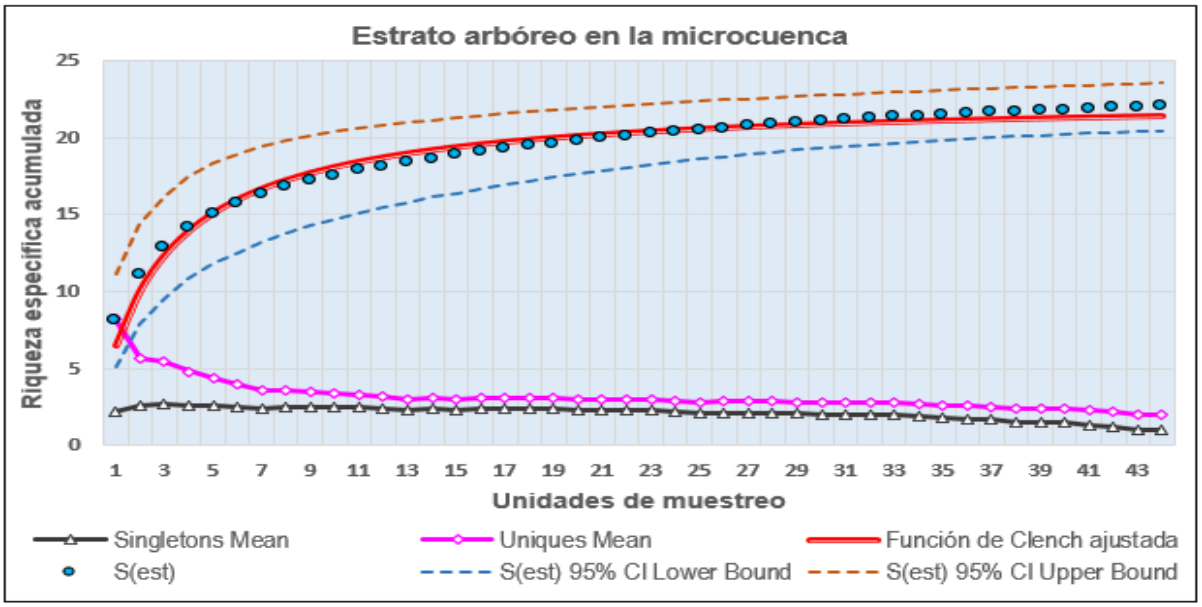



Ilustración 79 Curva de acumulación de especies: Estrato arbóreo en la Microcuenca.

De acuerdo con la gráfica anterior, con la función de Clench ajustada, la curva de acumulación del estrato arbóreo se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 22**; es decir que, en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, representando que la riqueza de especies del estrato ya no crece a este nivel de esfuerzo de muestreo, por lo que se comprueba una vez más que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación de especies se está tornando asintótica al número de sitios de muestreo aplicado a este proyecto.

### Estrato arbustivo

Para determinar si la muestra es representativa para las especies presentes en la microcuenca del **estrato arbustivo**, se empleó el software *EstimateS 9.1* y *StatSoft Statistica 10 enterprise* para una aleatorización de los datos de riqueza acumulada y posterior estimación de la riqueza verdadera, a partir de la riqueza muestreada mediante el ajuste de la función de Clench.

Para este estrato se tiene que se encontraron **47 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades**, con las características de dimensión mencionadas en apartados anteriores, de ello se ajustó la función de Clench a los datos del muestreo, y se encontró lo siguiente:

*Tabla 136. Resultados de la riqueza específica del estrato arbustivo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 204.89 | 21.16 | 16.02 | 11.98 | 16.1 | 26.22 | 3.83 | 21.31 |
| 2 | 409.77 | 29.16 | 25.60 | 7.65 | 23.32 | 34.99 | 5.27 | 16.5 |
| 3 | 614.66 | 33.79 | 31.96 | 5.30 | 27.82 | 39.75 | 5.63 | 14.46 |
| 4 | 819.55 | 37.06 | 36.50 | 3.89 | 31.11 | 43.02 | 5.7 | 13.63 |
| 5 | 1024.43 | 39.61 | 39.90 | 2.97 | 33.71 | 45.51 | 5.63 | 13.04 |
| 6 | 1229.32 | 41.68 | 42.54 | 2.35 | 35.86 | 47.5 | 5.52 | 12.74 |
| 7 | 1434.2 | 43.43 | 44.65 | 1.90 | 37.7 | 49.17 | 5.74 | 12.42 |
| 8 | 1639.09 | 44.94 | 46.38 | 1.57 | 39.29 | 50.59 | 5.73 | 12.09 |
| 9 | 1843.98 | 46.25 | 47.81 | 1.32 | 40.69 | 51.82 | 5.7 | 11.87 |
| 10 | 2048.86 | 47.42 | 49.03 | 1.12 | 41.93 | 52.91 | 5.78 | 11.56 |
| 11 | 2253.75 | 48.46 | 50.07 | 0.97 | 43.05 | 53.87 | 5.85 | 11.38 |
| 12 | 2458.64 | 49.41 | 50.98 | 0.84 | 44.07 | 54.75 | 5.84 | 11.3 |
| 13 | 2663.52 | 50.26 | 51.76 | 0.74 | 44.99 | 55.54 | 5.84 | 11.06 |
| 14 | 2868.41 | 51.05 | 52.46 | 0.66 | 45.84 | 56.26 | 5.74 | 10.89 |
| 15 | 3073.3 | 51.77 | 53.08 | 0.58 | 46.61 | 56.92 | 5.8 | 10.92 |
| 16 | 3278.18 | 52.43 | 53.63 | 0.52 | 47.33 | 57.53 | 5.84 | 10.71 |
| 17 | 3483.07 | 53.04 | 54.13 | 0.47 | 48 | 58.09 | 5.78 | 10.5 |
| 18 | 3687.95 | 53.61 | 54.58 | 0.43 | 48.61 | 58.61 | 5.78 | 10.4 |
| 19 | 3892.84 | 54.14 | 54.99 | 0.39 | 49.19 | 59.1 | 5.63 | 10.13 |
| 20 | 4097.73 | 54.64 | 55.37 | 0.36 | 49.72 | 59.56 | 5.6 | 9.86 |
| 21 | 4302.61 | 55.1 | 55.71 | 0.33 | 50.22 | 59.98 | 5.57 | 9.74 |

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 4507.5 | 55.53 | 56.03 | 0.30 | 50.69 | 60.38 | 5.61 | 9.66 |
| 23 | 4712.39 | 55.94 | 56.32 | 0.28 | 51.13 | 60.75 | 5.5 | 9.4 |
| 24 | 4917.27 | 56.32 | 56.59 | 0.26 | 51.54 | 61.1 | 5.47 | 9.17 |
| 25 | 5122.16 | 56.68 | 56.84 | 0.24 | 51.93 | 61.43 | 5.54 | 9.06 |
| 26 | 5327.05 | 57.02 | 57.07 | 0.22 | 52.3 | 61.74 | 5.46 | 8.78 |
| 27 | 5531.93 | 57.34 | 57.29 | 0.21 | 52.64 | 62.04 | 5.36 | 8.5 |
| 28 | 5736.82 | 57.64 | 57.49 | 0.20 | 52.97 | 62.31 | 5.25 | 8.2 |
| 29 | 5941.7 | 57.93 | 57.68 | 0.18 | 53.28 | 62.58 | 5.2 | 8.08 |
| 30 | 6146.59 | 58.2 | 57.86 | 0.17 | 53.57 | 62.83 | 5.29 | 8.09 |
| 31 | 6351.48 | 58.48 | 58.03 | 0.16 | 53.86 | 63.09 | 5.24 | 7.93 |
| 32 | 6556.36 | 58.7 | 58.19 | 0.15 | 54.11 | 63.3 | 5.28 | 7.88 |
| 33 | 6761.25 | 58.94 | 58.34 | 0.15 | 54.35 | 63.52 | 5.25 | 7.74 |
| 34 | 6966.14 | 59.16 | 58.48 | 0.14 | 54.59 | 63.74 | 5.24 | 7.63 |
| 35 | 7171.02 | 59.38 | 58.61 | 0.13 | 54.82 | 63.94 | 5.21 | 7.54 |
| 36 | 7375.91 | 59.58 | 58.74 | 0.12 | 55.03 | 64.14 | 5.21 | 7.52 |
| 37 | 7580.8 | 59.78 | 58.86 | 0.12 | 55.23 | 64.33 | 5.17 | 7.45 |
| 38 | 7785.68 | 59.97 | 58.98 | 0.11 | 55.43 | 64.52 | 5.12 | 7.38 |
| 39 | 7990.57 | 60.16 | 59.09 | 0.11 | 55.61 | 64.7 | 4.99 | 7.21 |
| 40 | 8195.45 | 60.34 | 59.19 | 0.10 | 55.79 | 64.88 | 4.93 | 7.11 |
| 41 | 8400.34 | 60.51 | 59.29 | 0.10 | 55.96 | 65.06 | 4.95 | 7.1 |
| 42 | 8605.23 | 60.68 | 59.39 | 0.09 | 56.12 | 65.23 | 4.93 | 7 |
| 43 | 8810.11 | 60.84 | 59.48 | 0.09 | 56.28 | 65.41 | 4.94 | 6.99 |
| 44 | 9015 | 61 | 59.57 | 0.09 | 56.42 | 65.58 | 5 | 7 |

**Parámetros de la función de Clench ajustada:**

*a*= 16.05200

*b*= 0.32899

Función de Clench ajustada S= ((21.419581057187) *n) / (1+((0.33686427656089) *n)).
Proporción de varianza explicada por la función, **$R^2$: 0.968**
Primera derivada al esfuerzo de muestreo aplicado (*n=59*): **$P_N$ = 0.07**.
Proporción de flora del estrato arbustivo registrado: $S_{obs}$/ *(a/b) = 61 / (21.41958/0.33686) = 0.959 = **96.3%**.*
Riqueza total teórica estimada por el programa en el estrato: a/b = **48.79 especies**.
Riqueza observada: **47 especies**.

De acuerdo a los datos calculados y parámetros generados por el programa utilizando la función de Clench, es posible decir lo siguiente:

El ajuste del modelo probado (Ecuación de Clench) al de los datos observados en campo (muestras aleatorizadas) es muy buena, con un **$R^2$ de 0.968**, lo cual nos indica que la estimación es certera y modela muy bien la proporción de la riqueza observada. Por otra parte, considerando la pendiente de la recta tangente al esfuerzo de muestreo aplicado (**n = 44**), nos muestra que el valor es de **0.07**, **valor menor a 0.1**, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable*" por lo que el

muestreo para este estrato se considera es **exhaustivo**, pues dicha pendiente está tendiendo a cero, **es decir a la formación de una asíntota al final de la curva**, lo cual nos está mostrando que por más esfuerzo de muestreo aplicado se estaría encontrando una cantidad insignificante de nuevas especies (raras o únicas).

La riqueza teórica estimada por el programa, dado por la relación de los parámetros *a/b* resultantes del ajuste de los datos de riqueza observada en campo con la función de Clench, nos indica que se ha encontrado una buena proporción de flora, pues se ha logrado registrar **el 96.3% de las especies** que predice la función para el esfuerzo de muestreo aplicado (faltando únicamente **1.76 especies** para alcanzar la riqueza total teórica estimada por el programa; dicho faltante puede deberse a que la cuenca es una unidad extensa y resulta en ocasiones complejo conocer la riqueza completa de flora arbustiva, sin embargo de acuerdo a los otros criterios como el de *exhaustividad* con la pendiente de la curva menor a 0.1, se considera que el muestreo aplicado es suficiente). Por lo que estadísticamente con el muestreo **se ha logrado obtener un buen registro de la riqueza especifica** de flora del **estrato arbustivo** en la **microcuenca (SA).**

El muestreo ejecutado es representativo de la flora del estrato arbustivo de la cuenca, ya que tan solo haciendo caso del **criterio de exhaustividad ($P_N$<0.1)**, el inventario es considerado fiable y riguroso, suficiente para evaluar la biodiversidad del estrato arbustivo en el ecosistema dentro de la RE.

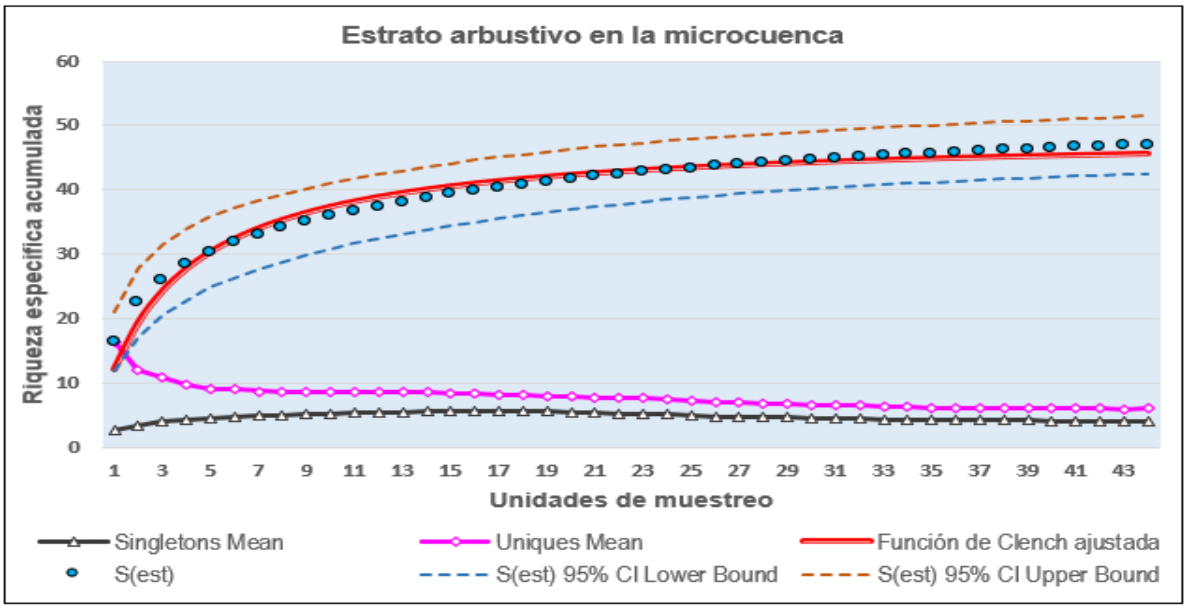



Ilustración 80 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la Microcuenca.

De acuerdo con la gráfica anterior, con la función de Clench ajustada, la curva de acumulación del estrato arbustivo se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 37**;

es decir que, en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, representando que la riqueza de especies del estrato ya no crece a este nivel de esfuerzo de muestreo, por lo que se comprueba una vez más que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación de especies se está tornando asintótica al número de sitios de muestreo aplicado a este proyecto.

### Estrato cactáceas

Para determinar si la muestra es representativa para las especies presentes en la microcuenca del estrato cactáceas, se empleó el software EstimateS 9.1 y StatSoft Statistica 10 enterprise para una aleatorización de los datos de riqueza acumulada y posterior estimación de la riqueza verdadera, a partir de la riqueza muestreada mediante el ajuste de la función de Clench.

Para este estrato se tiene que se encontraron **4 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades**, con las características de dimensión mencionadas en apartados anteriores, de ello se ajustó la función de Clench a los datos del muestreo, y se encontró lo siguiente:

*Tabla 137. Resultados de la riqueza específica del estrato cactáceas en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.55 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.03 | 0.33 | 0.07 | 0.15 |
| 2 | 0.55 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.07 | 0.64 | 0.13 | 0.28 |
| 3 | 0.55 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.11 | 0.94 | 0.17 | 0.43 |
| 4 | 2.18 | 0.68 | 0.68 | 0.16 | 0.15 | 1.22 | 0.18 | 0.47 |
| 5 | 2.73 | 0.84 | 0.83 | 0.15 | 0.19 | 1.49 | 0.2 | 0.53 |
| 6 | 3.27 | 0.99 | 0.98 | 0.14 | 0.23 | 1.74 | 0.24 | 0.62 |
| 7 | 3.82 | 1.13 | 1.12 | 0.14 | 0.28 | 1.98 | 0.27 | 0.72 |
| 8 | 4.36 | 1.26 | 1.25 | 0.13 | 0.32 | 2.2 | 0.29 | 0.76 |
| 9 | 4.91 | 1.39 | 1.38 | 0.13 | 0.37 | 2.42 | 0.33 | 0.89 |
| 10 | 5.45 | 1.52 | 1.51 | 0.12 | 0.42 | 2.62 | 0.33 | 0.96 |
| 11 | 6 | 1.64 | 1.63 | 0.12 | 0.47 | 2.81 | 0.33 | 1 |
| 12 | 6.55 | 1.76 | 1.74 | 0.11 | 0.52 | 2.99 | 0.37 | 1.14 |
| 13 | 7.09 | 1.87 | 1.85 | 0.11 | 0.57 | 3.16 | 0.42 | 1.26 |
| 14 | 7.64 | 1.97 | 1.96 | 0.10 | 0.62 | 3.33 | 0.45 | 1.28 |
| 15 | 8.18 | 2.08 | 2.06 | 0.10 | 0.67 | 3.48 | 0.5 | 1.33 |
| 16 | 8.73 | 2.18 | 2.16 | 0.10 | 0.72 | 3.63 | 0.5 | 1.43 |
| 17 | 9.27 | 2.27 | 2.26 | 0.09 | 0.77 | 3.77 | 0.55 | 1.49 |
| 18 | 9.82 | 2.36 | 2.35 | 0.09 | 0.82 | 3.91 | 0.56 | 1.5 |
| 19 | 10.36 | 2.45 | 2.44 | 0.09 | 0.87 | 4.03 | 0.59 | 1.59 |
| 20 | 10.91 | 2.54 | 2.53 | 0.09 | 0.92 | 4.16 | 0.53 | 1.52 |
| 21 | 11.45 | 2.62 | 2.61 | 0.08 | 0.97 | 4.27 | 0.53 | 1.51 |
| 22 | 12 | 2.7 | 2.69 | 0.08 | 1.02 | 4.39 | 0.57 | 1.6 |
| 23 | 12.55 | 2.78 | 2.77 | 0.08 | 1.06 | 4.5 | 0.59 | 1.62 |

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 13.09 | 2.85 | 2.85 | 0.08 | 1.11 | 4.6 | 0.61 | 1.69 |
| 25 | 13.64 | 2.93 | 2.92 | 0.07 | 1.15 | 4.7 | 0.63 | 1.7 |
| 26 | 14.18 | 3 | 2.99 | 0.07 | 1.19 | 4.8 | 0.66 | 1.73 |
| 27 | 14.73 | 3.07 | 3.06 | 0.07 | 1.23 | 4.9 | 0.66 | 1.72 |
| 28 | 15.27 | 3.13 | 3.13 | 0.07 | 1.28 | 4.99 | 0.68 | 1.79 |
| 29 | 15.82 | 3.2 | 3.20 | 0.07 | 1.31 | 5.08 | 0.68 | 1.76 |
| 30 | 16.36 | 3.26 | 3.26 | 0.06 | 1.35 | 5.17 | 0.67 | 1.76 |
| 31 | 16.91 | 3.33 | 3.32 | 0.06 | 1.39 | 5.26 | 0.67 | 1.77 |
| 32 | 17.45 | 3.38 | 3.39 | 0.06 | 1.43 | 5.34 | 0.69 | 1.84 |
| 33 | 18 | 3.44 | 3.44 | 0.06 | 1.46 | 5.42 | 0.7 | 1.84 |
| 34 | 18.55 | 3.5 | 3.50 | 0.06 | 1.49 | 5.5 | 0.73 | 1.94 |
| 35 | 19.09 | 3.55 | 3.56 | 0.06 | 1.52 | 5.58 | 0.75 | 1.93 |
| 36 | 19.64 | 3.61 | 3.61 | 0.05 | 1.55 | 5.66 | 0.82 | 2.01 |
| 37 | 20.18 | 3.66 | 3.67 | 0.05 | 1.58 | 5.73 | 0.84 | 1.99 |
| 38 | 20.73 | 3.71 | 3.72 | 0.05 | 1.61 | 5.81 | 0.85 | 1.96 |
| 39 | 21.27 | 3.76 | 3.77 | 0.05 | 1.64 | 5.89 | 0.89 | 2 |
| 40 | 21.82 | 3.81 | 3.82 | 0.05 | 1.66 | 5.96 | 0.91 | 2 |
| 41 | 22.36 | 3.86 | 3.87 | 0.05 | 1.69 | 6.03 | 0.95 | 2.01 |
| 42 | 22.91 | 3.91 | 3.91 | 0.05 | 1.71 | 6.1 | 0.96 | 1.99 |
| 43 | 23.45 | 3.95 | 3.96 | 0.05 | 1.73 | 6.18 | 0.98 | 1.98 |
| 44 | 24 | 4 | 4.00 | 0.04 | 1.75 | 6.25 | 1 | 2 |

**Parámetros de la función de Clench ajustada:**
*a*= 0.18670
*b*= 0.02390

Función de Clench ajustada S= ((0.56484998777973) *n) /(1+((0.17410117764765) *n)).
Proporción de varianza explicada por la función, **$R^2$: 0.997**.
Primera derivada al esfuerzo de muestreo aplicado (*n=59*): **$P_N$ = 0.04**.
Proporción de flora del estrato arbustivo registrado: $S_{obs}$/ *(a/b) = 4 / (0.18670/0.02390) = 0.512 = **51.2**%.*
Riqueza total teórica estimada por el programa en el estrato: a/b = **7.81 especies**.
Riqueza observada: **4 especies**.

De acuerdo a los datos calculados y parámetros generados por el programa utilizando la función de Clench, es posible decir lo siguiente:

El ajuste del modelo probado (Ecuación de Clench) al de los datos observados en campo (muestras aleatorizadas) es muy buena, con un **$R^2$ de 0.997**, lo cual nos indica que la estimación es certera y modela muy bien la proporción de la riqueza observada. Por otra parte, considerando la pendiente de la recta tangente al esfuerzo de muestreo aplicado (**n = 44**), nos muestra que el valor es de **0.04**, **valor menor a 0.1**, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable*" por lo que el muestreo para este estrato se considera es **exhaustivo**, pues dicha pendiente está tendiendo a cero, **es decir a la formación de una asíntota al final de la curva**, lo

cual nos está mostrando que por más esfuerzo de muestreo aplicado se estaría encontrando una cantidad insignificante de nuevas especies (raras o únicas).

La riqueza teórica estimada por el programa, dado por la relación de los parámetros a/b resultantes del ajuste de los datos de riqueza observada en campo con la función de Clench, nos indica que faltarían 3.81 especies para encontrar la riqueza total teórica estimada por el programa (7.81 especies). El faltante puede deberse a que la distribución de este estrato se encontró focalizada en una zona específica de la cuenca, aunado a esto debe considerarse que la abundancia y la riqueza de especies para este estrato fue muy bajo, pues se contabilizaron escasos ejemplares en los sitios de muestreo, dado que se trata de un estrato poco desarrollado de la selva baja caducifolia.

Adicional a lo anterior, se dice que el muestreo ejecutado es representativo y muestra la completitud de la flora del estrato arbustivo de la cuenca, ya que tan solo haciendo caso del **criterio de exhaustividad ($P_N$<0.1)**, el inventario es considerado fiable y riguroso, suficiente para evaluar la biodiversidad del estrato cactáceas en el ecosistema de la RE.

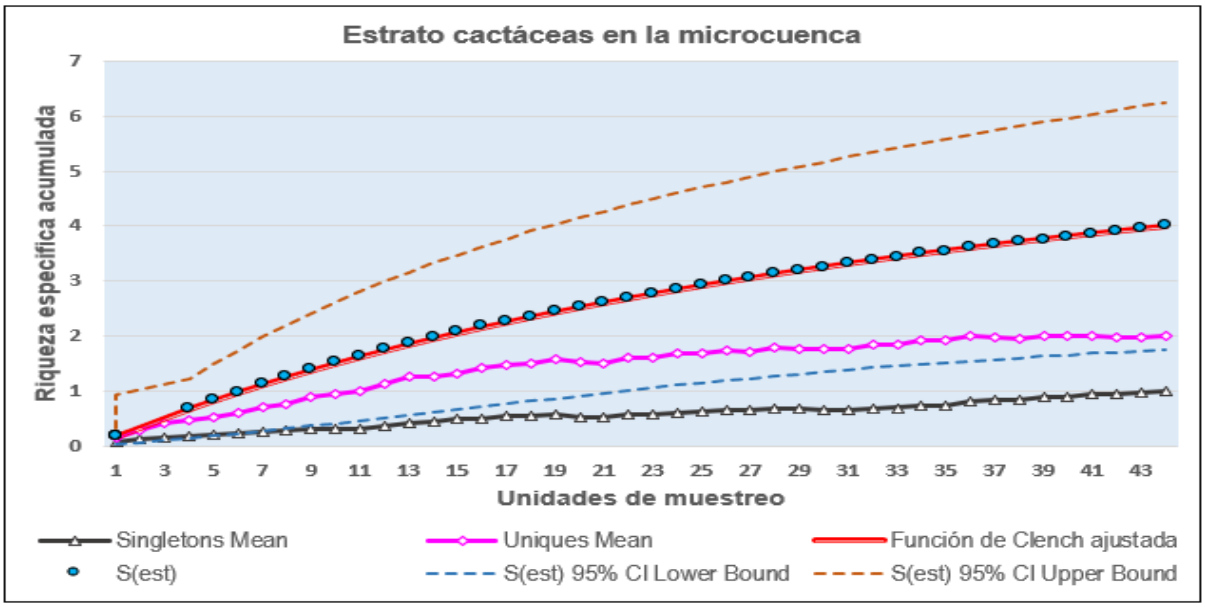



Ilustración 81 Curva de acumulación de especies: Estrato arbustivo en la Microcuenca.

De acuerdo con la gráfica anterior, con la función de Clench ajustada, la curva de acumulación del estrato arbustivo se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 17**; es decir que, en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, representando que la riqueza de especies del estrato ya no crece a este nivel de esfuerzo de muestreo, por lo que se comprueba una vez más que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación de especies

se está tornando asintótica al número de sitios de muestreo aplicado a este proyecto.

### Estrato herbáceo

Para determinar si la muestra es representativa para las especies en el **estrato herbáceo** de la microcuenca, se empleó el software *EstimateS 9.1* y *StatSoft Statistica 10 enterprise* para una aleatorización de los datos de riqueza acumulada y posterior estimación de la riqueza verdadera, a partir de la riqueza muestreada mediante el ajuste de la función de Clench.

Para este estrato se encontraron **23 especies**, con un esfuerzo de muestreo de **44 unidades**, con las características de dimensión mencionadas en apartados anteriores, de ello se ajustó la función de Clench a los datos del muestreo, y se obtuvo lo siguiente:

*Tabla 138. Resultados de la riqueza específica del estrato herbáceo en la Microcuenca y ajuste con la función de Clench.*

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.59 | 4.11 | 4.01 | 3.39 | 2.6 | 5.63 | 1.77 | 4.31 |
| 2 | 21.18 | 7.08 | 6.94 | 2.54 | 4.71 | 9.45 | 2.74 | 5.86 |
| 3 | 31.77 | 9.3 | 9.18 | 1.97 | 6.43 | 12.18 | 3.21 | 6.64 |
| 4 | 42.36 | 11.02 | 10.94 | 1.57 | 7.85 | 14.19 | 3.4 | 6.7 |
| 5 | 52.95 | 12.4 | 12.36 | 1.29 | 9.05 | 15.75 | 3.48 | 6.54 |
| 6 | 63.55 | 13.53 | 13.54 | 1.07 | 10.07 | 16.99 | 3.55 | 6.51 |
| 7 | 74.14 | 14.48 | 14.52 | 0.91 | 10.95 | 18.01 | 3.55 | 6.13 |
| 8 | 84.73 | 15.29 | 15.36 | 0.78 | 11.71 | 18.87 | 3.61 | 6.02 |
| 9 | 95.32 | 16 | 16.08 | 0.67 | 12.39 | 19.61 | 3.75 | 6.06 |
| 10 | 105.91 | 16.63 | 16.71 | 0.59 | 12.99 | 20.26 | 3.83 | 5.91 |
| 11 | 116.5 | 17.18 | 17.27 | 0.52 | 13.52 | 20.84 | 3.96 | 5.84 |
| 12 | 127.09 | 17.68 | 17.75 | 0.46 | 14 | 21.35 | 3.96 | 5.8 |
| 13 | 137.68 | 18.13 | 18.19 | 0.41 | 14.44 | 21.81 | 3.84 | 5.55 |
| 14 | 148.27 | 18.53 | 18.58 | 0.37 | 14.83 | 22.23 | 3.83 | 5.41 |
| 15 | 158.86 | 18.9 | 18.93 | 0.34 | 15.19 | 22.61 | 3.81 | 5.31 |
| 16 | 169.45 | 19.23 | 19.25 | 0.31 | 15.51 | 22.95 | 3.63 | 5.04 |
| 17 | 180.05 | 19.53 | 19.55 | 0.28 | 15.81 | 23.25 | 3.62 | 5.01 |
| 18 | 190.64 | 19.81 | 19.81 | 0.26 | 16.08 | 23.53 | 3.62 | 5.01 |
| 19 | 201.23 | 20.06 | 20.06 | 0.23 | 16.33 | 23.79 | 3.46 | 4.78 |
| 20 | 211.82 | 20.29 | 20.28 | 0.22 | 16.56 | 24.02 | 3.43 | 4.56 |
| 21 | 222.41 | 20.51 | 20.49 | 0.20 | 16.78 | 24.24 | 3.27 | 4.4 |
| 22 | 233 | 20.7 | 20.68 | 0.19 | 16.97 | 24.43 | 3.16 | 4.31 |
| 23 | 243.59 | 20.88 | 20.86 | 0.17 | 17.16 | 24.61 | 3.06 | 4.17 |
| 24 | 254.18 | 21.05 | 21.03 | 0.16 | 17.33 | 24.78 | 3.06 | 4.1 |
| 25 | 264.77 | 21.21 | 21.19 | 0.15 | 17.48 | 24.93 | 2.95 | 3.96 |
| 26 | 275.36 | 21.35 | 21.33 | 0.14 | 17.63 | 25.07 | 2.83 | 3.82 |
| 27 | 285.95 | 21.49 | 21.47 | 0.13 | 17.77 | 25.21 | 2.76 | 3.7 |
| 28 | 296.55 | 21.61 | 21.60 | 0.13 | 17.9 | 25.33 | 2.61 | 3.5 |

| Samples | Individuals (computed) | S(est) | Función de Clench ajustada | PN | S(est) 95% CI Lower Bound | S(est) 95% CI Upper Bound | Singletons Mean | Uniques Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | 307.14 | 21.73 | 21.72 | 0.12 | 18.02 | 25.45 | 2.53 | 3.39 |
| 30 | 317.73 | 21.85 | 21.84 | 0.11 | 18.13 | 25.56 | 2.44 | 3.29 |
| 31 | 328.32 | 21.96 | 21.95 | 0.11 | 18.25 | 25.67 | 2.33 | 3.2 |
| 32 | 338.91 | 22.05 | 22.05 | 0.10 | 18.34 | 25.76 | 2.29 | 3.19 |
| 33 | 349.5 | 22.15 | 22.15 | 0.09 | 18.44 | 25.86 | 2.23 | 3.12 |
| 34 | 360.09 | 22.24 | 22.24 | 0.09 | 18.53 | 25.95 | 2.17 | 3.05 |
| 35 | 370.68 | 22.33 | 22.33 | 0.09 | 18.62 | 26.04 | 2.11 | 2.97 |
| 36 | 381.27 | 22.41 | 22.41 | 0.08 | 18.7 | 26.12 | 2.12 | 2.97 |
| 37 | 391.86 | 22.49 | 22.49 | 0.08 | 18.78 | 26.21 | 2.13 | 2.99 |
| 38 | 402.45 | 22.57 | 22.57 | 0.07 | 18.85 | 26.29 | 2.13 | 2.99 |
| 39 | 413.05 | 22.65 | 22.64 | 0.07 | 18.92 | 26.37 | 2.13 | 2.99 |
| 40 | 423.64 | 22.72 | 22.71 | 0.07 | 18.99 | 26.45 | 2.05 | 2.93 |
| 41 | 434.23 | 22.79 | 22.77 | 0.07 | 19.05 | 26.53 | 2 | 2.9 |
| 42 | 444.82 | 22.86 | 22.84 | 0.06 | 19.12 | 26.61 | 1.97 | 2.9 |
| 43 | 455.41 | 22.93 | 22.90 | 0.06 | 19.18 | 26.69 | 1.99 | 2.95 |
| 44 | 466 | 23 | 22.96 | 0.06 | 19.23 | 26.77 | 2 | 3 |

**Parámetros de la función de Clench ajustada:**
*a*= 4.74710
*b*= 0.18404

Función de Clench: S = ((5.6998427731723) **n*) / (1+((0.23835697554538) **n*)).
Proporción de varianza explicada por la función, **$R^2$: 0.9998**.
Primera derivada al esfuerzo de muestreo aplicado (n=59): **$P_N$ = 0.06**.
Proporción de flora del estrato herbáceo registrado: *$S_{obs}/(a/b)$ = 23/(4.74710/0.18404) = 0.892 = 89.2%.*
Riqueza total teórica estimada por el programa en el estrato: *a/b* = **25.79 especies**.
Riqueza observada: **23 especies**.

De acuerdo a los datos calculados y parámetros generados por el programa utilizando la función de Clench, se concluye lo siguiente:

El ajuste del modelo (función de Clench) a los datos observados en campo (muestras aleatorizadas) es muy bueno, con un **$R^2$ de 0.998**, lo cual nos indica que la estimación es certera y modela muy bien la proporción de la riqueza observada. Por otra parte, considerando la pendiente de la recta tangente al esfuerzo de muestreo aplicado (**n = 44**), nos muestra que el valor es de **0.06**, **valor menor a 0.1**, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable*" por lo que el muestreo para este estrato se considera es **exhaustivo**, pues dicha pendiente está tendiendo a cero, **es decir, tiende a la formación de una asíntota al final de la curva**, lo cual nos está mostrando que por más esfuerzo de muestreo aplicado, se estaría encontrando una cantidad insignificante de nuevas especies (raras o únicas).

La riqueza teórica estimada por el programa, dado por la relación de los parámetros *a/b* resultantes del ajuste de los datos de riqueza observada en campo con la función de Clench, nos indica que se ha encontrado una buena proporción de flora, pues únicamente faltaría por encontrar **2.79 especies** para encontrar la riqueza total teórica estimada por el programa (25.79 especies). Dichas especies pueden ser especies raras o únicas, o que, por la temporalidad del muestreo, no se encuentren en campo, además recordemos que la cuenca es una unidad extensa y en ocasiones resulta complejo conocer el total de la flora herbácea de la región, sin embargo, como ya se ha descrito en el párrafo anterior, con el criterio de exhaustividad se plantea que se está cerca de la asíntota de la curva y estadísticamente con el muestreo **se ha logrado obtener un buen registro de la riqueza especifica** de flora del **estrato herbáceo** en la **microcuenca**.

El muestreo ejecutado es representativo de la flora del estrato herbáceo de la cuenca, ya que tan solo haciendo caso del **criterio de exhaustividad ($P_N$<0.1)**, el inventario es considerado fiable y riguroso, suficiente para determinar la biodiversidad del estrato herbáceo en el ecosistema, de la RE.

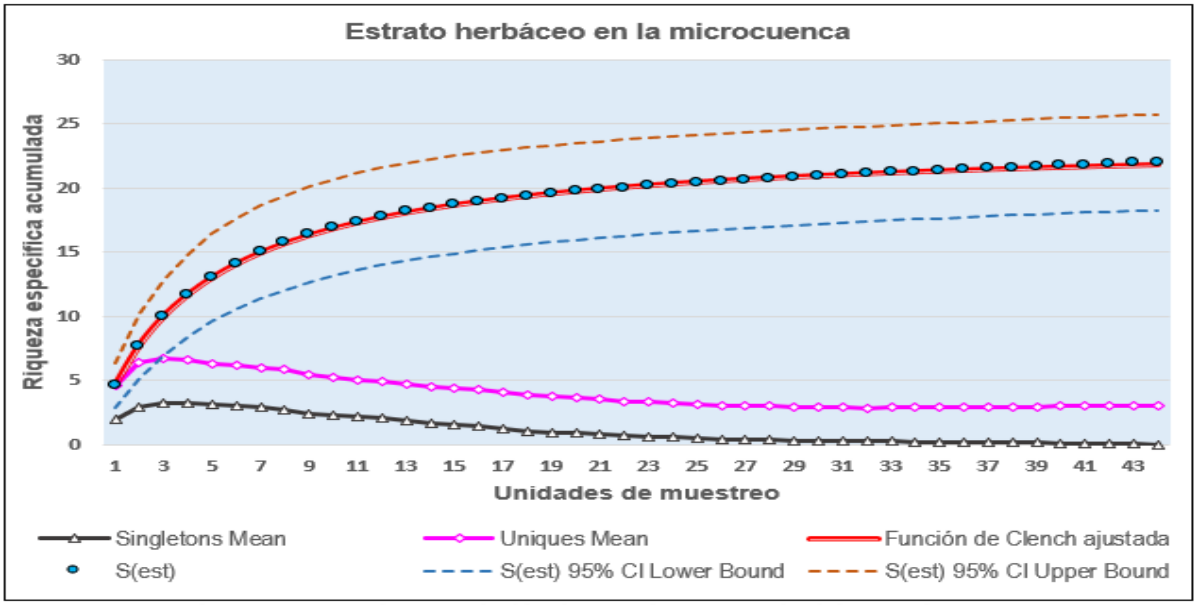



Ilustración 82 Curva de acumulación de especies: Estrato herbáceo en la Microcuenca

De acuerdo con la gráfica anterior, con la función de Clench ajustada, la curva de acumulación del estrato herbáceo se torna asintótica (PN < 0.1) a partir del **sitio 33**; es decir que, en ese punto, la asíntota se vuelve más evidente y con una pendiente tendiendo a cero, representando que la riqueza de especies del estrato herbáceo ya no crece a este nivel de esfuerzo de muestreo, por lo que se comprueba una vez más que el inventario aplicado es fiable, considerando que la curva de acumulación

de especies se está tornando asintótica al número de sitios de muestreo aplicado a este proyecto.

**Se analiza la suficiencia del muestreo a través de las curvas de acumulación de especies** por cada estrato encontrado en la microcuenca; para evaluar a nivel de especie la riqueza encontrada. **Con esto, el tamaño de muestra definitivo ha sido de 44 sitios, ya que a este número de unidades de muestreo se encontró que la riqueza acumulada de especies en general para los cuatro estratos considerados en la microcuenca, tiende a un comportamiento asintótico al final de la curva, y con ello se presume que el nivel de confiabilidad del muestreo es representativo para evaluar la riqueza especifica de flora.**

De acuerdo a los análisis anteriores mediante las curvas de acumulación, es posible decir que la confiabilidad del muestreo es buena y suficiente para estimar **índices de diversidad** y de **valor de importancia** de los 4 estratos encontrados en la superficie de cambio de uso de suelo, pues son representativos y se ha registrado buena parte de la riqueza específica de flora en cada estrato considerado en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en la microcuenca (SA).

El muestreo forestal en la microcuenca se realizó en el mismo tipo de vegetación presente en el área de CUSTF (selva baja caducifolia), y en condiciones similares de perturbación; ocupando el mismo diseño y tamaño de sitios. El proceso del inventario forestal en el sitio comenzó con la ubicación de los vértices y límites de los sitios, se tomaron datos ecológicos y dasométricos para el estrato arbóreo maderable, identificando principalmente la especie, diámetro normal y altura total para **individuos mayores a 7.5 cm de diámetro normal** (conforme al manual del INFyS), así como las condiciones ecológicas más importantes del sitio; para el resto de los estratos se identificó la especie, se contabilizó su abundancia por sitio y se obtuvo la cobertura de copa. *Es importante mencionar también que la estratificación de la vegetación fue de acuerdo a la forma de vida de las especies*.

En la microcuenca (Región ecológica) se muestrearon **44 sitios (para los estratos superiores)**, de los cuales fueron de forma circular de **radio igual a 5.64 m** (100 $m^2$), en donde se contabilizaron el total de ejemplares de las especies que se encontraron en el sitio, a fin de contar con datos que nos permitan realizar el cálculo de diversidad de flora a nivel de microcuenca. De esta manera se muestreo una superficie total de **4,400 $m^2$**, que es lo equivalente a la superficie muestreada en el área de CUSTF (4,400 $m^2$), esto con el fin de hacer comparativo la caracterización de la vegetación en ambas unidades.

- *Distribución de los sitios de muestreo*

**A fin de hacer comparativa la diversidad de especies se debe demostrar que todas las especies a remover con el cambio de uso de suelo se encuentran presentes en la región ecológica**. Para ello, la superficie a muestrear en la región ecológica debe contener el mismo tipo vegetación presente en la superficie de afectación, considerando importante la densidad y cobertura.

Por lo tanto, para hacer la comparación cuantitativa y cualitativa de las especies de la región ecológica con las especies de la superficie de cambio de uso de suelo, se deberá obtener al menos la misma diversidad de especies en ambas superficies; en consecuencia, se deben realizar en el mismo tipo de vegetación; pero, además, se debe entender la ecología de las especies y los patrones de distribución que estas tienen; y considerar las condiciones de perturbación en ambas superficies.

Una de las características de la estructura de las comunidades es la composición de especies. Qué especies estén presentes en una comunidad, va a depender en principio de las características del sitio donde se desarrolla: van a estar presentes aquellas especies cuyos requerimientos en cuanto a condiciones y recursos sean satisfechos. Pero a su vez, las especies interactúan y esas interacciones pueden impedir que algunas especies muy similares entre si coexistan (principio de exclusión competitiva), o la presencia de un depredador puede hacer que dos competidoras se mantengan en baja densidad y por lo tanto no haya exclusión. Por lo tanto, el ambiente determina qué especies pueden estar potencialmente en un sitio, mientras que las interacciones (junto con factores históricos y topográficos que influyen sobre la posibilidad de colonización) determinarían cuáles de ese conjunto van efectivamente a formar parte de la comunidad. La variación altitudinal por ejemplo ha demostrado ser una variable importante que afecta la distribución de especies de plantas[11], esta proporciona alta heterogeneidad en las condiciones ambientales en una escala pequeña y esto suele alterar la composición del paisaje.

**La caracterización de la vegetación deberá llevarse a cabo mediante trabajos de campo, que respalden el análisis de la composición florística y el estado de conservación. La metodología de muestreo a utilizar deberá de ser acorde a las características de homogeneidad o heterogeneidad del ecosistema que se verá afectado.**

Tomando en consideración lo antes expuesto y las condiciones de alteración antropogénica que presenta la superficie del proyecto, además de las condiciones físicas y biológicas del sitio, el inventario se enfoca a aquellas superficies dentro de

[11] Lieberman D., Milton L., Peralta R. & Hartshorn G.S. (1996). Tropical forest structure and composition on a large.scale altitudinal gradient in Costa Rica . *Journal of ecology, 84, 137-152*

la región ecológica que cuentan con las mismas condiciones de disturbio que el sitio de afectación, ya que en este último se desarrollan especies distintas a las que se desarrollarían en superficies más alejadas y por ende menos alteradas. A esta condición de la vegetación se suman las características físicas del sitio como tipo y condiciones del suelo, pendiente, exposición y altitud; buscando que la superficie a muestrear en la región ecológica tenga gran similitud al sitio de afectación. Condiciones similares es imposible encontrarlas a medida que los sitios de muestreo se alejan de la superficie de afectación y se internan a condiciones de vegetación más conservada, rangos de altitud distintos y exposición, siendo estas las variables más importantes.

Cabe señalar que, durante los inventarios en sitios impactados, se encuentran especies indicadoras de disturbio que no se localizan en superficies conservadas, y por ende no se puede demostrar que no se afecta la diversidad de especies cuando en la superficie de cambio de uso de suelo se encuentran especies que no están presentes en la región ecológica, fuera del sitio de afectación.

En este sentido, **el inventario se realiza donde se presentan similitud de condiciones entre la Región Ecológica y la superficie de afectación**; pero obviamente los sitios cercanos son los que se asemejan más al área propuesta para el cambio de uso del suelo.

Los sitios de muestreo en la Microcuenca se distribuyeron de forma aleatoria en las zonas forestales de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (misma vegetación que la presente en la superficie de CUSTF), en donde se presentan similitud de condiciones de perturbación y composición de especies a las del sitio del proyecto.

Las coordenadas UTM de los cuadrantes de muestreo son los siguientes:

*Tabla 139 Coordenadas del punto central de los sitios circulares de muestreo en la microcuenca.*

| Sitios circulares. Radio de 5.64 m. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N del centro de sitio | | | | | | | | |
| SITIO | X | Y | SITIO | X | Y | SITIO | X | Y |
| 1 | 449,779 | 2,347,124 | 16 | 449,306 | 2,347,507 | 31 | 449,651 | 2,347,913 |
| 2 | 449,791 | 2,347,110 | 17 | 449,718 | 2,347,821 | 32 | 449,637 | 2,347,917 |
| 3 | 449,787 | 2,347,048 | 18 | 449,699 | 2,347,824 | 33 | 449,624 | 2,347,929 |
| 4 | 449,788 | 2,347,073 | 19 | 449,690 | 2,347,840 | 34 | 449,623 | 2,347,943 |
| 5 | 449,759 | 2,347,053 | 20 | 449,677 | 2,347,853 | 35 | 449,693 | 2,347,940 |
| 6 | 449,727 | 2,347,066 | 21 | 449,716 | 2,347,859 | 36 | 449,690 | 2,347,925 |
| 7 | 449,739 | 2,347,089 | 22 | 449,714 | 2,347,844 | 37 | 449,678 | 2,347,932 |
| 8 | 449,656 | 2,347,036 | 23 | 449,697 | 2,347,856 | 38 | 449,662 | 2,347,933 |
| 9 | 449,620 | 2,347,005 | 24 | 449,690 | 2,347,868 | 39 | 449,650 | 2,347,929 |
| 10 | 449,597 | 2,346,980 | 25 | 449,668 | 2,347,868 | 40 | 449,633 | 2,347,938 |
| 11 | 449,567 | 2,346,966 | 26 | 449,712 | 2,347,873 | 41 | 449,603 | 2,347,938 |
| 12 | 449,555 | 2,346,955 | 27 | 449,683 | 2,347,881 | 42 | 449,588 | 2,347,929 |

| Sitios circulares. Radio de 5.64 m. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N del centro de sitio | | | | | | | | |
| SITIO | X | Y | SITIO | X | Y | SITIO | X | Y |
| 13 | 449,574 | 2,346,947 | 28 | 449,700 | 2,347,917 | 43 | 449,579 | 2,347,939 |
| 14 | 449,602 | 2,346,945 | 29 | 449,688 | 2,347,910 | 44 | 449,554 | 2,347,935 |
| 15 | 449,649 | 2,346,966 | 30 | 449,664 | 2,347,903 | | | |

*Tabla 140. Coordenadas de sitios cuadrados de muestreo (1x1m) para el estrato herbáceo en la RE.*

| Sitios cuadrados, 1x1m | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N | | | | | | | | |
| Sitio | Vértice 1 | | Vértice 2 | | Vértice 3 | | Vértice 4 | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 1 | 449,779 | 2,347,124 | 449,780 | 2,347,124 | 449,780 | 2,347,125 | 449,779 | 2,347,125 |
| 2 | 449,791 | 2,347,110 | 449,792 | 2,347,110 | 449,792 | 2,347,111 | 449,791 | 2,347,111 |
| 3 | 449,787 | 2,347,048 | 449,788 | 2,347,048 | 449,788 | 2,347,049 | 449,787 | 2,347,049 |
| 4 | 449,788 | 2,347,073 | 449,789 | 2,347,073 | 449,789 | 2,347,074 | 449,788 | 2,347,074 |
| 5 | 449,759 | 2,347,053 | 449,760 | 2,347,053 | 449,760 | 2,347,054 | 449,759 | 2,347,054 |
| 6 | 449,727 | 2,347,066 | 449,728 | 2,347,066 | 449,728 | 2,347,067 | 449,727 | 2,347,067 |
| 7 | 449,739 | 2,347,089 | 449,740 | 2,347,089 | 449,740 | 2,347,090 | 449,739 | 2,347,090 |
| 8 | 449,656 | 2,347,036 | 449,657 | 2,347,036 | 449,657 | 2,347,037 | 449,656 | 2,347,037 |
| 9 | 449,620 | 2,347,005 | 449,621 | 2,347,005 | 449,621 | 2,347,006 | 449,620 | 2,347,006 |
| 10 | 449,597 | 2,346,980 | 449,598 | 2,346,980 | 449,598 | 2,346,981 | 449,597 | 2,346,981 |
| 11 | 449,567 | 2,346,966 | 449,568 | 2,346,966 | 449,568 | 2,346,967 | 449,567 | 2,346,967 |
| 12 | 449,555 | 2,346,955 | 449,556 | 2,346,955 | 449,556 | 2,346,956 | 449,555 | 2,346,956 |
| 13 | 449,574 | 2,346,947 | 449,575 | 2,346,947 | 449,575 | 2,346,948 | 449,574 | 2,346,948 |
| 14 | 449,602 | 2,346,945 | 449,603 | 2,346,945 | 449,603 | 2,346,946 | 449,602 | 2,346,946 |
| 15 | 449,649 | 2,346,966 | 449,650 | 2,346,966 | 449,650 | 2,346,967 | 449,649 | 2,346,967 |
| 16 | 449,306 | 2,347,507 | 449,307 | 2,347,507 | 449,307 | 2,347,508 | 449,306 | 2,347,508 |
| 17 | 449,718 | 2,347,821 | 449,719 | 2,347,821 | 449,719 | 2,347,822 | 449,718 | 2,347,822 |
| 18 | 449,699 | 2,347,824 | 449,700 | 2,347,824 | 449,700 | 2,347,825 | 449,699 | 2,347,825 |
| 19 | 449,690 | 2,347,840 | 449,691 | 2,347,840 | 449,691 | 2,347,841 | 449,690 | 2,347,841 |
| 20 | 449,677 | 2,347,853 | 449,678 | 2,347,853 | 449,678 | 2,347,854 | 449,677 | 2,347,854 |
| 21 | 449,716 | 2,347,859 | 449,717 | 2,347,859 | 449,717 | 2,347,860 | 449,716 | 2,347,860 |
| 22 | 449,714 | 2,347,844 | 449,715 | 2,347,844 | 449,715 | 2,347,845 | 449,714 | 2,347,845 |
| 23 | 449,697 | 2,347,856 | 449,698 | 2,347,856 | 449,698 | 2,347,857 | 449,697 | 2,347,857 |
| 24 | 449,690 | 2,347,868 | 449,691 | 2,347,868 | 449,691 | 2,347,869 | 449,690 | 2,347,869 |
| 25 | 449,668 | 2,347,868 | 449,669 | 2,347,868 | 449,669 | 2,347,869 | 449,668 | 2,347,869 |
| 26 | 449,712 | 2,347,873 | 449,713 | 2,347,873 | 449,713 | 2,347,874 | 449,712 | 2,347,874 |
| 27 | 449,683 | 2,347,881 | 449,684 | 2,347,881 | 449,684 | 2,347,882 | 449,683 | 2,347,882 |
| 28 | 449,700 | 2,347,917 | 449,701 | 2,347,917 | 449,701 | 2,347,918 | 449,700 | 2,347,918 |
| 29 | 449,688 | 2,347,910 | 449,689 | 2,347,910 | 449,689 | 2,347,911 | 449,688 | 2,347,911 |
| 30 | 449,664 | 2,347,903 | 449,665 | 2,347,903 | 449,665 | 2,347,904 | 449,664 | 2,347,904 |
| 31 | 449,651 | 2,347,913 | 449,652 | 2,347,913 | 449,652 | 2,347,914 | 449,651 | 2,347,914 |
| 32 | 449,637 | 2,347,917 | 449,638 | 2,347,917 | 449,638 | 2,347,918 | 449,637 | 2,347,918 |
| 33 | 449,624 | 2,347,929 | 449,625 | 2,347,929 | 449,625 | 2,347,930 | 449,624 | 2,347,930 |
| 34 | 449,623 | 2,347,943 | 449,624 | 2,347,943 | 449,624 | 2,347,944 | 449,623 | 2,347,944 |
| 35 | 449,693 | 2,347,940 | 449,694 | 2,347,940 | 449,694 | 2,347,941 | 449,693 | 2,347,941 |
| 36 | 449,690 | 2,347,925 | 449,691 | 2,347,925 | 449,691 | 2,347,926 | 449,690 | 2,347,926 |
| 37 | 449,678 | 2,347,932 | 449,679 | 2,347,932 | 449,679 | 2,347,933 | 449,678 | 2,347,933 |
| 38 | 449,662 | 2,347,933 | 449,663 | 2,347,933 | 449,663 | 2,347,934 | 449,662 | 2,347,934 |
| 39 | 449,650 | 2,347,929 | 449,651 | 2,347,929 | 449,651 | 2,347,930 | 449,650 | 2,347,930 |
| 40 | 449,633 | 2,347,938 | 449,634 | 2,347,938 | 449,634 | 2,347,939 | 449,633 | 2,347,939 |

| Sitios cuadrados, 1x1m | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coordenadas UTM WGS 84 14N | | | | | | | | |
| Sitio | Vértice 1 | | Vértice 2 | | Vértice 3 | | Vértice 4 | |
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 41 | 449,603 | 2,347,938 | 449,604 | 2,347,938 | 449,604 | 2,347,939 | 449,603 | 2,347,939 |
| 42 | 449,588 | 2,347,929 | 449,589 | 2,347,929 | 449,589 | 2,347,930 | 449,588 | 2,347,930 |
| 43 | 449,579 | 2,347,939 | 449,580 | 2,347,939 | 449,580 | 2,347,940 | 449,579 | 2,347,940 |
| 44 | 449,554 | 2,347,935 | 449,555 | 2,347,935 | 449,555 | 2,347,936 | 449,554 | 2,347,936 |

De acuerdo con la información recabada en el muestreo, y empleando la misma metodología señalada en el apartado *II.2.1.4 Inventario de las especies a remover*, se obtuvieron los siguientes datos de riqueza y abundancia relativa de las especies en los diferentes estratos.

En el apartado del inventario de las especies a remover y en el programa de manejo de vegetación (anexo) se realiza el análisis comparativo entre los resultados obtenidos en la superficie de CUSTF y los de la Región Ecológica (microcuenca).

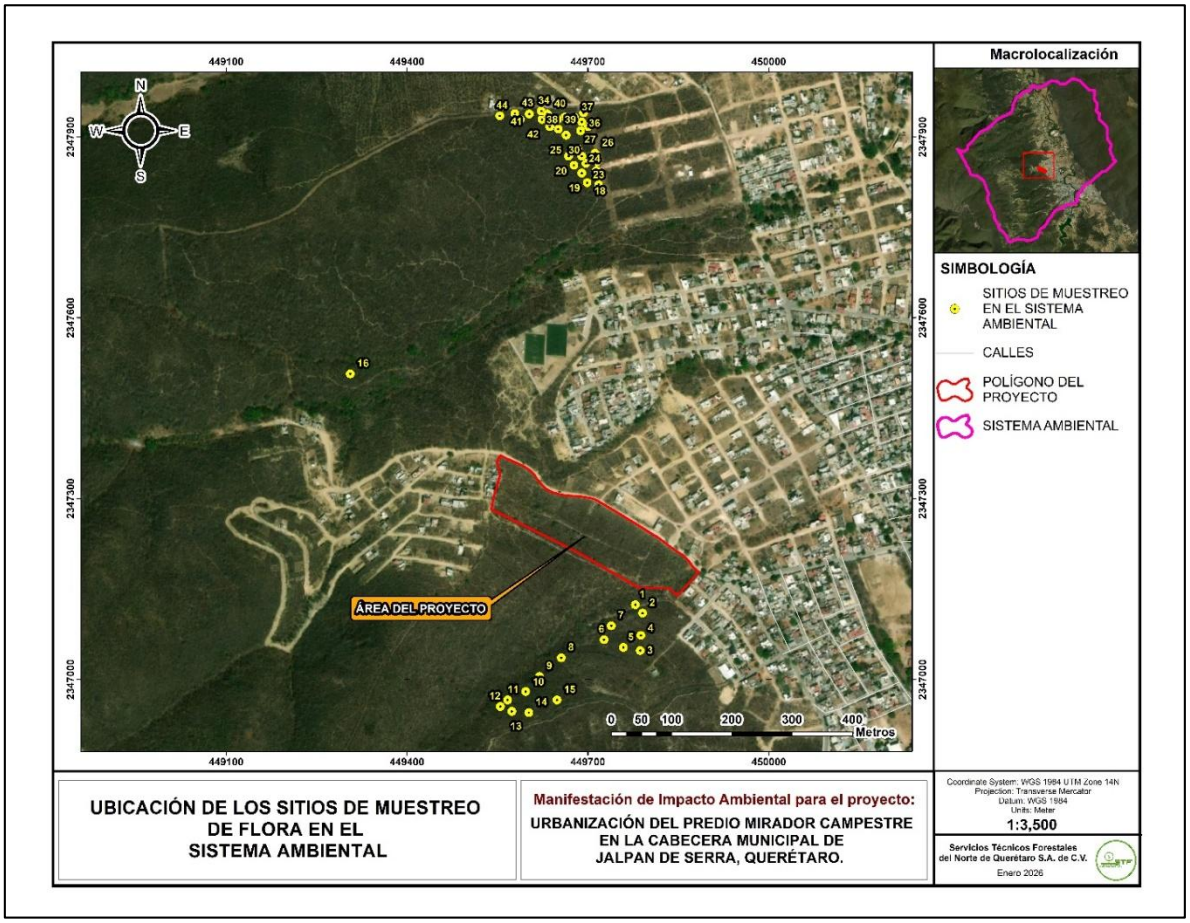



Ilustración 83 Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca (sitios 1-44).

### *e) Riqueza y abundancia*

La riqueza es igual al número de especies encontradas por cada estrato, asimismo, la abundancia es definida como el número de individuos encontrados por cada especie. Por otro lado, la "**Abundancia relativa**", se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:
Ar =Abundancia relativa
Ax = Número total de individuos de la especie X
$A_{total}$ = Número total de individuos de todas las especies

De acuerdo con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos de riqueza y abundancia relativa de las especies en los diferentes estratos:

- Estrato arbóreo

Para el caso de este estrato, el inventario forestal muestra que se encontró **una riqueza especifica de 22 especies**, de las cuales el más abundante corresponde a la especie *Flourensia laurifolia (Hoja ancha)*, con una densidad de 4,693 ejemplares/hectárea (de los cuales en su mayoría son arbóreos con DAP menores a 7.5 cm), lo que representa el 45.07% de la abundancia relativa del estrato.

Las especies menos abundantes en el ecosistema evaluado (vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia) es *Croton draco* (Palo ratón) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea.

*Tabla 141 Listado de especies y abundancia relativa del estrato arbóreo en la microcuenca*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| 1 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 2065 | 4693 | 45.07 |
| 2 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 748 | 1700 | 16.32 |
| 3 | Vara dulce | *Eysenhardtia polystachya* | 633 | 1439 | 13.81 |
| 4 | Ocotillo | *Exostema caribaeum* | 352 | 800 | 7.68 |
| 5 | Shongua | *Rhus pachyrrhachis* | 229 | 520 | 5 |
| 6 | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | 120 | 273 | 2.62 |
| 7 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 107 | 243 | 2.34 |
| 8 | Trompillo | *Cordia boissieri* | 86 | 195 | 1.88 |
| 9 | Tepame | *Acacia pennatula* | 73 | 166 | 1.59 |
| 10 | Huizache | *Acacia farnesiana* | 33 | 75 | 0.72 |
| 11 | Palo xixote | *Bursera fagaroides* | 32 | 73 | 0.7 |
| 12 | Chaca | *Bursera simaruba* | 28 | 64 | 0.61 |
| 13 | Palo mulato | *Bursera lancifolia* | 23 | 52 | 0.5 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| **14** | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 16 | 36 | 0.35 |
| **15** | guayabo | *Psidium guajava* | 12 | 27 | 0.26 |
| **16** | Pirulillo | *Pistacia mexicana* | 9 | 20 | 0.2 |
| **17** | Palo brasil | *Haematoxylum brasiletto* | 6 | 14 | 0.13 |
| **18** | Capulin | *Bumelia laetevirens* | 3 | 7 | 0.07 |
| **19** | palo zorrillo | *Senna atomaria* | 2 | 5 | 0.04 |
| **20** | Higueron | *Ficus cotinifolia* | 2 | 5 | 0.04 |
| **21** | Palo borrego | *Hauya elegans* | 2 | 5 | 0.04 |
| **22** | Palo raton | *Croton draco* | 1 | 2 | 0.02 |
| | **Total general** | | **4582** | **10,414** | **100.00** |

- Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se encontró una **riqueza especifica de 47 especies**, de las cuales la más abundante es *Lantana velutina (Frutilla)*, con una densidad de 3,302 ejemplares/hectárea, lo que representa el 16.72% de la abundancia relativa del estrato.

Las especies menos abundantes en el ecosistema (vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia) son *Mimosa leucaenoides* (quiebra machete), *Pseudosmodingium virletii* (flor de mayo), *Eupatorium haenkeanum* (Rama de la cruz) y *Capsicum ciliatum* (Capsicum) con una densidad de 2 ejemplares/hectárea cada una.

*Tabla 142. Listado de especies y abundancia relativa del estrato arbustivo en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| 1 | Frutilla | *Lantana velutina* | 1453 | 3,302 | 16.72 |
| 2 | Orégano | *Lippia graveolens* | 1103 | 2,507 | 12.69 |
| 3 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 950 | 2,159 | 10.93 |
| 4 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 886 | 2,014 | 10.19 |
| 5 | Rama del burro | *Dalea greggii* | 665 | 1,511 | 7.65 |
| 6 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 560 | 1,273 | 6.44 |
| 7 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 352 | 800 | 4.05 |
| 8 | Candelón | *Parthenium tomentosum* | 340 | 773 | 3.91 |
| 9 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 321 | 730 | 3.69 |
| 10 | Vara prieta AM | *Verbesina virgata* | 275 | 625 | 3.16 |
| 11 | Solimán peludo | *Croton ciliato-glandulosus* | 262 | 595 | 3.01 |
| 12 | Damiana | *Turnera diffusa* | 218 | 495 | 2.51 |
| 13 | Chioccoca | *Chiococca alba* | 182 | 414 | 2.09 |
| 14 | Sarabuyo | *Karwinskia humboldtiana* | 177 | 402 | 2.04 |
| 15 | Frutillilla | *Lippia oaxacana* | 174 | 395 | 2.0 |
| 16 | Salvia prieta | *Salvia melissodora* | 158 | 359 | 1.82 |
| 17 | Hierba del negro | *Eupatorium areolare* | 156 | 355 | 1.79 |
| 18 | Vara prieta EUP | *Eupatorium collinum* | 59 | 134 | 0.68 |
| 19 | Cordia | *Cordia globosa* | 58 | 132 | 0.67 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| 20 | Hierba del toro | *Verbesina persicifolia* | 48 | 109 | 0.55 |
| 21 | Güito | *Marsdenia coulteri* | 47 | 107 | 0.54 |
| 22 | Malvarisco | *Sida acuta* | 37 | 84 | 0.43 |
| 23 | Tomate de guía | *Urvillea ulmacea* | 32 | 73 | 0.37 |
| 24 | Salvia blanca | *Hyptis albida* | 23 | 52 | 0.26 |
| 25 | Morilla | *Phyllanthus micrandrus* | 22 | 50 | 0.25 |
| 26 | Candela | *Montanoa tomentosa* | 21 | 48 | 0.24 |
| 27 | Vara de cuete Brick | *Brickellia amblyolepis* | 17 | 39 | 0.2 |
| 28 | Pasillo | *Osmanthus americanus* | 14 | 32 | 0.16 |
| 29 | Trepadora alitas | *Heteropterys brachiata* | 14 | 32 | 0.16 |
| 30 | Tripa de vaca | *Cissus sicyoides* | 13 | 30 | 0.15 |
| 31 | Solimán liso | *Croton hypoleucus* | 10 | 23 | 0.12 |
| 32 | Cinco negritos | *Lantana camara* | 7 | 16 | 0.08 |
| 33 | Cruceta | *Pisonia aculeata* | 6 | 14 | 0.07 |
| 34 | Chupona morada | *Abutilon gaumeri* | 4 | 9 | 0.05 |
| 35 | Árnica de monte | *Trixis inula* | 4 | 9 | 0.05 |
| 36 | Huevo de gato | *Solanum hirtum* | 3 | 7 | 0.03 |
| 37 | San pedro | *Tecoma stans* | 3 | 7 | 0.03 |
| 38 | Sosa | *Solanum verbascifolium* | 3 | 7 | 0.03 |
| 39 | Limoncillo | *Helietta parvifolia* | 3 | 7 | 0.03 |
| 40 | Crucillo | *Randia laetevirens* | 2 | 5 | 0.02 |
| 41 | Efes Z | *Calliandra houstoniana* | 2 | 5 | 0.02 |
| 42 | Hierba del zopilote | *Tournefortia densiflora* | 2 | 5 | 0.02 |
| 43 | Limonaria | *Murraya paniculata* | 2 | 5 | 0.02 |
| 44 | Quiebra machete | *Mimosa leucaenoides* | 1 | 2 | 0.01 |
| 45 | Flor de mayo | *Pseudosmodingium virletii* | 1 | 2 | 0.01 |
| 46 | Rama de la cruz | *Eupatorium haenkeanum* | 1 | 2 | 0.01 |
| 47 | Capsicum | *Capsicum ciliatum* | 1 | 2 | 0.01 |
| | **Total general** | | **8692** | **19,755** | **100.00** |

- Estrato cactáceas

Para las cactáceas se encontró una **riqueza especifica de 4 especies**, de las cuales la más abundante corresponde a la especie *Opuntia puberula (Nopalillo)*, con una densidad de 30 ejemplares/hectárea, lo que representa el 54.17% de la abundancia relativa del estrato. La especie menos abundante es *Pilosocereus leucocephalus* con una densidad de 2 ejemplares/hectárea.

*Tabla 143. Listado de especies y abundancia relativa del estrato cactáceas en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| 1 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 13 | 30 | 54.17 |
| 2 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 6 | 14 | 25.00 |
| 3 | Nopalea | *Nopalea dejecta* | 4 | 9 | 16.67 |
| | Viejito | *Pilosocereus leucocephalus* | 1 | 2 | 4.17 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| | **Total general** | | **24** | **55** | **100.00** |

- Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo se encontró una **riqueza especifica de 23 especies**, de las cuales la más abundante es *Evolvulus alsinoides* (Ojo de víbora), con una densidad de 26,591 ejemplares/hectárea, lo que representa el 25.11% de la abundancia relativa del estrato. Las especies menos abundantes son *Ocimum campechianum y Ruellia albicaulis* con una densidad de 227 ejemplares/hectárea cada una (0.21%).

*Tabla 144. Listado de especies y abundancia relativa del estrato herbáceo en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Num. Ind muestra | No. Ind/ha | Abundancia relativa (%) |
| 1 | Ojo de víbora | *Evolvulus alsinoides* | 117 | 26,591 | 25.11 |
| 2 | P Lippia | *Tamonea curassavica* | 49 | 11,136 | 10.52 |
| 3 | Poleo 2 | *Satureja mexicana* | 42 | 9,545 | 9.01 |
| 4 | Trepadora frijol | *Nissolia nelsoni* | 36 | 8,182 | 7.73 |
| 5 | Ruellia | *Ruellia nudiflora* | 35 | 7,955 | 7.51 |
| 6 | Ortiguiya | *Trafia volubilis* | 32 | 7,273 | 6.87 |
| 7 | Malva ayenia | *Ayenia pusilla* | 28 | 6,364 | 6.01 |
| 8 | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | 26 | 5,909 | 5.58 |
| 9 | Justicia azul | *Justicia caudata* | 24 | 5,455 | 5.15 |
| 10 | Gaulteria de venas blancas | *Pyrola picta* | 15 | 3,409 | 3.22 |
| 11 | Lengua de vaca | *Elytraria bromoides* | 14 | 3,182 | 3 |
| 12 | Olotillo | *Tretamerium nervosum* | 7 | 1,591 | 1.5 |
| 13 | Helecho falso de arroz | *Pilea microphylla* | 6 | 1,364 | 1.29 |
| 14 | Trompetilla morada | *Justicia pilosella* | 6 | 1,364 | 1.29 |
| 15 | Serenillo | *Adiantum capillus-veneris* | 5 | 1,136 | 1.07 |
| 16 | Carricillo | *Lasiacis ruscifolia* | 5 | 1,136 | 1.07 |
| 17 | Malvarisquillo | *Sida procumbens* | 4 | 909 | 0.86 |
| 18 | Pata de gallo | *Dalechampia scandens* | 4 | 909 | 0.86 |
| 19 | Tapa cola | *Waltheria indica* | 4 | 909 | 0.86 |
| 20 | Pega pega | *Priva lappulacea* | 3 | 682 | 0.64 |
| 21 | Estrella del zopilote | *Matelea pilosa* | 2 | 455 | 0.43 |
| 22 | Albacaron | *Ocimum campechianum* | 1 | 227 | 0.21 |
| 23 | Ruellia 2 | *Ruellia albicaulis* | 1 | 227 | 0.21 |
| | **Total general** | | **466** | **105,909** | **100.00** |

### *f) Índice de Biodiversidad*

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H').

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H', se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi * Ln(pi)$$

Dónde:

S – número de especies (la riqueza de especies)

pi – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie i): $i = \frac{ni}{N}$

ni – número de individuos de la especie i

N – número de todos los individuos de todas las especies

Los resultados por estrato, a partir de los datos levantados en el muestreo propio son los siguientes:

*Tabla 145 Índice de biodiversidad de las especies del estrato arbóreo en la microcuenca*

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 2065 | 0.4507 | -0.797 | 0.3592 |
| 2 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 107 | 0.1632 | -1.8125 | 0.2959 |
| 3 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 748 | 0.1381 | -1.9794 | 0.2735 |
| 4 | Tepame | *Acacia pennatula* | 73 | 0.0768 | -2.5663 | 0.1971 |
| 5 | Vara dulce | *Eysenhardtia polystachya* | 633 | 0.05 | -2.9962 | 0.1497 |
| 6 | Shongua | *Rhus pachyrrhachis* | 229 | 0.0262 | -3.6424 | 0.0954 |
| 7 | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | 120 | 0.0234 | -3.7571 | 0.0877 |
| 8 | Trompillo | *Cordia boissieri* | 86 | 0.0188 | -3.9755 | 0.0746 |
| 9 | Huizache | *Acacia farnesiana* | 33 | 0.0159 | -4.1394 | 0.0659 |
| 10 | Chaca | *Bursera simaruba* | 28 | 0.0072 | -4.9334 | 0.0355 |
| 11 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 16 | 0.007 | -4.9642 | 0.0347 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Pirulillo | *Pistacia mexicana* | 9 | 0.0061 | -5.0977 | 0.0312 |
| 13 | Ocotillo | *Exostema caribaeum* | 352 | 0.005 | -5.2944 | 0.0266 |
| 14 | Capulín | *Bumelia laetevirens* | 3 | 0.0035 | -5.6573 | 0.0198 |
| 15 | Palo mulato | *Bursera lancifolia* | 23 | 0.0026 | -5.945 | 0.0156 |
| 16 | palo zorrillo | *Senna atomaria* | 2 | 0.002 | -6.2327 | 0.0122 |
| 17 | Palo xixote | *Bursera fagaroides* | 32 | 0.0013 | -6.6381 | 0.0087 |
| 18 | Higuerón | *Ficus cotinifolia* | 2 | 0.0007 | -7.3313 | 0.0048 |
| 19 | Palo ratón | *Croton draco* | 1 | 0.0004 | -7.7367 | 0.0034 |
| 20 | guayabo | *Psidium guajava* | 12 | 0.0004 | -7.7367 | 0.0034 |
| 21 | Palo borrego | *Hauya elegans* | 2 | 0.0004 | -7.7367 | 0.0034 |
| 22 | Palo Brasil | *Haematoxylum brasiletto* | 6 | 0.0002 | -8.4299 | 0.0018 |
| | | | **4582** | | | **1.8001** |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **3.0910** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.5824** |

*Tabla 146. Índice de biodiversidad de las especies del estrato arbustivo en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Frutilla | *Lantana velutina* | 1453 | 0.1672 | -1.7888 | 0.299 |
| 2 | Orégano | *Lippia graveolens* | 1103 | 0.1269 | -2.0644 | 0.262 |
| 3 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 950 | 0.1093 | -2.2137 | 0.2419 |
| 4 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 886 | 0.1019 | -2.2834 | 0.2328 |
| 5 | Rama del burro | *Dalea greggii* | 665 | 0.0765 | -2.5704 | 0.1967 |
| 6 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 560 | 0.0644 | -2.7422 | 0.1767 |
| 7 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 352 | 0.0405 | -3.2065 | 0.1299 |
| 8 | Candelón | *Parthenium tomentosum* | 340 | 0.0391 | -3.2412 | 0.1268 |
| 9 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 321 | 0.0369 | -3.2987 | 0.1218 |
| 10 | Vara prieta AM | *Verbesina virgata* | 275 | 0.0316 | -3.4534 | 0.1093 |
| 11 | Solimán peludo | *Croton ciliato-glandulosus* | 262 | 0.0301 | -3.5018 | 0.1056 |
| 12 | Damiana | *Turnera diffusa* | 218 | 0.0251 | -3.6857 | 0.0924 |
| 13 | Chioccoca | *Chiococca alba* | 182 | 0.0209 | -3.8662 | 0.081 |
| 14 | Sarabuyo | *Karwinskia humboldtiana* | 177 | 0.0204 | -3.894 | 0.0793 |
| 15 | Frutillilla | *Lippia oaxacana* | 174 | 0.02 | -3.9111 | 0.0783 |
| 16 | Salvia prieta | *Salvia melissodora* | 158 | 0.0182 | -4.0076 | 0.0728 |
| 17 | Hierba del negro | *Eupatorium areolare* | 156 | 0.0179 | -4.0203 | 0.0722 |
| 18 | Vara prieta EUP | *Eupatorium collinum* | 59 | 0.0068 | -4.9926 | 0.0339 |
| 19 | Cordia | *Cordia globosa* | 58 | 0.0067 | -5.0097 | 0.0334 |
| 20 | Hierba del toro | *Verbesina persicifolia* | 48 | 0.0055 | -5.199 | 0.0287 |
| 21 | Güito | *Marsdenia coulteri* | 47 | 0.0054 | -5.22 | 0.0282 |
| 22 | Malvarisco | *Sida acuta* | 37 | 0.0043 | -5.4592 | 0.0232 |
| 23 | Tomate de guía | *Urvillea ulmacea* | 32 | 0.0037 | -5.6044 | 0.0206 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | Salvia blanca | *Hyptis albida* | 23 | 0.0026 | -5.9347 | 0.0157 |
| 25 | Morilla | *Phyllanthus micrandrus* | 22 | 0.0025 | -5.9791 | 0.0151 |
| 26 | Candela | *Montanoa tomentosa* | 21 | 0.0024 | -6.0256 | 0.0146 |
| 27 | Vara de cuete Brick | *Brickellia amblyolepis* | 17 | 0.002 | -6.2369 | 0.0122 |
| 28 | Pasillo | *Osmanthus americanus* | 14 | 0.0016 | -6.4311 | 0.0104 |
| 29 | Trepadora alitas | *Heteropterys brachiata* | 14 | 0.0016 | -6.4311 | 0.0104 |
| 30 | Tripa de vaca | *Cissus sicyoides* | 13 | 0.0015 | -6.5052 | 0.0097 |
| 31 | Solimán liso | *Croton hypoleucus* | 10 | 0.0012 | -6.7676 | 0.0078 |
| 32 | Cinco negritos | *Lantana camara* | 7 | 0.0008 | -7.1242 | 0.0057 |
| 33 | Cruceta | *Pisonia aculeata* | 6 | 0.0007 | -7.2784 | 0.005 |
| 34 | Chupona morada | *Abutilon gaumeri* | 4 | 0.0005 | -7.6839 | 0.0035 |
| 35 | Árnica de monte | *Trixis inula* | 4 | 0.0005 | -7.6839 | 0.0035 |
| 36 | Huevo de gato | *Solanum hirtum* | 3 | 0.0003 | -7.9715 | 0.0028 |
| 37 | San pedro | *Tecoma stans* | 3 | 0.0003 | -7.9715 | 0.0028 |
| 38 | Sosa | *Solanum verbascifolium* | 3 | 0.0003 | -7.9715 | 0.0028 |
| 39 | Limoncillo | *Helietta parvifolia* | 3 | 0.0003 | -7.9715 | 0.0028 |
| 40 | Crucillo | *Randia laetevirens* | 2 | 0.0002 | -8.377 | 0.0019 |
| 41 | Efes Z | *Calliandra houstoniana* | 2 | 0.0002 | -8.377 | 0.0019 |
| 42 | Hierba del zopilote | *Tournefortia densiflora* | 2 | 0.0002 | -8.377 | 0.0019 |
| 43 | Limonaria | *Murraya paniculata* | 2 | 0.0002 | -8.377 | 0.0019 |
| 44 | Quiebra machete | *Mimosa leucaenoides* | 1 | 0.0001 | -9.0702 | 0.001 |
| 45 | Flor de mayo | *Pseudosmodingium virletii* | 1 | 0.0001 | -9.0702 | 0.001 |
| 46 | Rama de la cruz | *Eupatorium haenkeanum* | 1 | 0.0001 | -9.0702 | 0.001 |
| 47 | Capsicum | *Capsicum ciliatum* | 1 | 0.0001 | -9.0702 | 0.001 |
| | | | **8,692** | | | **2.7830** |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **3.8501** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.7228** |

*Tabla 147. Índice de biodiversidad de las especies del estrato cactáceas en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 6 | 0.250 | -1.3863 | 0.3466 |
| 2 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 13 | 0.5417 | -0.6131 | 0.3321 |
| 3 | Nopalea | *Nopalea dejecta* | 4 | 0.1667 | -1.7918 | 0.2986 |
| 4 | Viejito | *Pilosocereus leucocephalus* | 1 | 0.0417 | -3.1781 | 0.1324 |
| | | | **24** | | | **1.1097** |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **1.3863** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.8005** |

*Tabla 148. Índice de biodiversidad de las especies del estrato herbáceo en la microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | (ni) | (pi)=ni/N | Ln(pi) | Diversidad por sp H=pi*Ln(pi) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | *Evolvulus alsinoides* | 117 | 0.2511 | -1.3820 | 0.3470 |
| 2 | Ortiguiya | *Trafia volubilis* | 32 | 0.0687 | -2.6784 | 0.1839 |
| 3 | Malva ayenia | *Ayenia pusilla* | 28 | 0.0601 | -2.8120 | 0.1690 |
| 4 | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | 26 | 0.0558 | -2.8861 | 0.1610 |
| 5 | Justicia azul | *Justicia caudata* | 24 | 0.0515 | -2.9661 | 0.1528 |
| 6 | Ruellia | *Ruellia nudiflora* | 35 | 0.0751 | -2.5888 | 0.1944 |
| 7 | Trepadora frijol | *Nissolia nelsoni* | 36 | 0.0773 | -2.5607 | 0.1978 |
| 8 | Serenillo | *Adiantum capillus-veneris* | 5 | 0.0107 | -4.5347 | 0.0487 |
| 9 | Olotillo | *Tretamerium nervosum* | 7 | 0.0150 | -4.1983 | 0.0631 |
| 10 | Poleo 2 | *Satureja mexicana* | 42 | 0.0901 | -2.4065 | 0.2169 |
| 11 | Lengua de vaca | *Elytraria bromoides* | 14 | 0.0300 | -3.5051 | 0.1053 |
| 12 | Pega | *Priva lappulacea* | 3 | 0.0064 | -5.0456 | 0.0325 |
| 13 | Malvarisquillo | *Sida procumbens* | 4 | 0.0086 | -4.7579 | 0.0408 |
| 14 | Albacaron | *Ocimum campechianum* | 1 | 0.0021 | -6.1442 | 0.0132 |
| 15 | Trepa zopilote | *Matelea pilosa* | 2 | 0.0043 | -5.4510 | 0.0234 |
| 16 | Ruellia 2 | *Ruellia albicaulis* | 1 | 0.0021 | -6.1442 | 0.0132 |
| 17 | Carricillo | *Lasiacis ruscifolia* | 5 | 0.0107 | -4.5347 | 0.0487 |
| 18 | Pata de gallo | *Dalechampia scandens* | 4 | 0.0086 | -4.7579 | 0.0408 |
| 19 | P Lippia | *Tamonea curassavica* | 49 | 0.1052 | -2.2524 | 0.2368 |
| 20 | Helecho falso de arroz | *Pilea microphylla* | 6 | 0.0129 | -4.3524 | 0.0560 |
| 21 | Gaulteria de venas blancas | *Pyrola picta* | 15 | 0.0322 | -3.4361 | 0.1106 |
| 22 | Trompetilla morada | *Justicia pilosella* | 6 | 0.0129 | -4.3524 | 0.0560 |
| 23 | Tapa cola | *Waltheria indica* | 4 | 0.0086 | -4.7579 | 0.0408 |
| | | | **466** | | | **2.5528** |

| | |
|---|---|
| **Índice de Biodiversidad Máximo H' máx.** | **3.1355** |
| **Índice de equidad de Pielou J´** | **0.8142** |

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

*Tabla 149. Resumen del índice de diversidad y riqueza para los cuatro estratos evaluados en la Región Ecológica.*

| Estrato | Riqueza | Índice de Biodiversidad | Índice de Biodiversidad Máximo |
|---|---|---|---|
| Arbóreo | 22 | 1.8001 | 3.0910 |
| Arbustivo | 47 | 2.7830 | 3.8501 |
| Cactáceas | 4 | 1.1097 | 1.3863 |
| Herbáceo | 23 | 2.5528 | 3.1355 |
| **Total** | **96** | | |

El estrato arbustivo es el que mayor riqueza presenta y mayor biodiversidad en la Microcuenca; por otro lado, el estrato que menor riqueza y biodiversidad posee es el de las cactáceas con 4 especies registradas y un índice de diversidad de 1.1097.

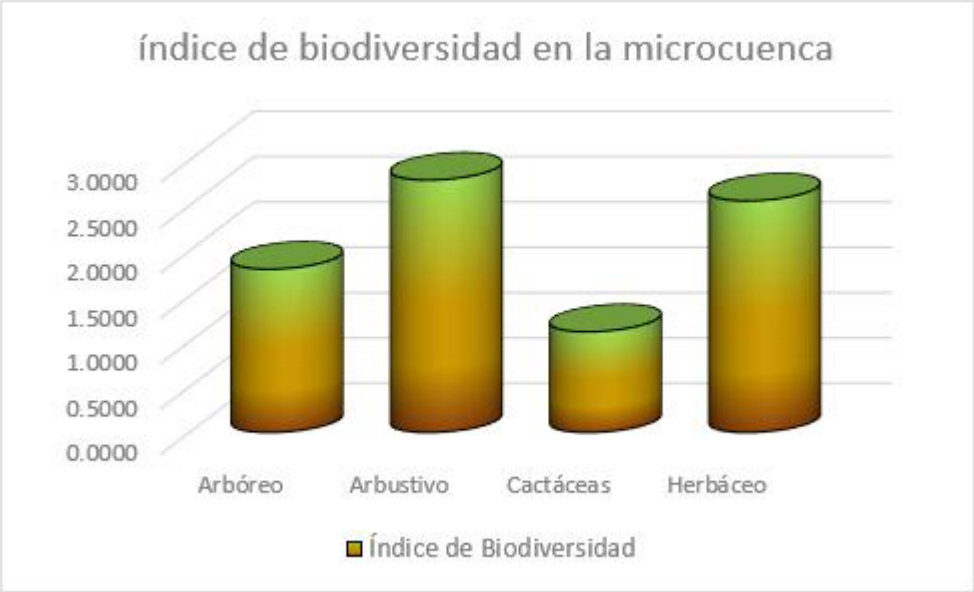



Ilustración 84 Índice de diversidad en la microcuenca

### *g) Valor de importancia*

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985). Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio), es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

## Estrato arbóreo:

*Tabla 150 Valor de importancia de las especies en el estrato arbóreo de la Región Ecológica.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abund./ sitio | Frec. | Área basal de la especie | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% | IVI 100% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 2065 | 44 | 0.0794 | 4693.18 | 45.07 | 1.00 | 12.26 | 0.18 | 23.47 | 80.79 | 26.93 |
| 2 | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | 748 | 40 | 0.1008 | 1700 | 16.32 | 0.91 | 11.14 | 0.23 | 29.79 | 57.26 | 19.09 |
| 3 | Vara dulce | *Eysenhardtia polystachya* | 633 | 42 | 0.0000 | 1438.64 | 13.81 | 0.95 | 11.7 | 0.00 | 0.00 | 25.51 | 8.50 |
| 4 | Ocotillo | *Exostema caribaeum* | 352 | 35 | 0.0217 | 800 | 7.68 | 0.80 | 9.75 | 0.05 | 6.42 | 23.85 | 7.95 |
| 5 | Chaca | *Bursera simaruba* | 28 | 17 | 0.0517 | 63.64 | 0.61 | 0.39 | 4.74 | 0.12 | 15.27 | 20.62 | 6.87 |
| 6 | Trompillo | *Cordia boissieri* | 86 | 17 | 0.0291 | 195.45 | 1.88 | 0.39 | 4.74 | 0.07 | 8.59 | 15.20 | 5.07 |
| 7 | Shongua | *Rhus pachyrrhachis* | 229 | 35 | 0.0000 | 520.45 | 5.00 | 0.80 | 9.75 | 0.00 | 0.00 | 14.75 | 4.92 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Abund./ sitio | Frec. | Área basal de la especie | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% | IVI 100% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 107 | 18 | 0.0231 | 243.18 | 2.34 | 0.41 | 5.01 | 0.05 | 6.83 | 14.18 | 4.73 |
| 9 | Tepame | *Acacia pennatula* | 73 | 17 | 0.0206 | 165.91 | 1.59 | 0.39 | 4.74 | 0.05 | 6.08 | 12.41 | 4.14 |
| 10 | Palo xixote | *Bursera fagaroides* | 32 | 18 | 0.0120 | 72.73 | 0.70 | 0.41 | 5.01 | 0.03 | 3.56 | 9.27 | 3.09 |
| 11 | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | 120 | 22 | 0.0000 | 272.73 | 2.62 | 0.50 | 6.13 | 0.00 | 0.00 | 8.75 | 2.92 |
| 12 | Palo mulato | *Bursera lancifolia* | 23 | 15 | 0.0000 | 52.27 | 0.50 | 0.34 | 4.18 | 0.00 | 0.00 | 4.68 | 1.56 |
| 13 | Huizache | *Acacia farnesiana* | 33 | 9 | 0.0000 | 75 | 0.72 | 0.20 | 2.51 | 0.00 | 0.00 | 3.23 | 1.08 |
| 14 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 16 | 8 | 0.0000 | 36.36 | 0.35 | 0.18 | 2.23 | 0.00 | 0.00 | 2.58 | 0.86 |
| 15 | Pirulillo | *Pistacia mexicana* | 9 | 7 | 0.0000 | 20.45 | 0.20 | 0.16 | 1.95 | 0.00 | 0.00 | 2.15 | 0.72 |
| 16 | Palo Brasil | *Haematoxylum brasiletto* | 6 | 4 | 0.0000 | 13.64 | 0.13 | 0.09 | 1.11 | 0.00 | 0.00 | 1.25 | 0.42 |
| 17 | Capulín | *Bumelia laetevirens* | 3 | 3 | 0.0000 | 6.82 | 0.07 | 0.07 | 0.84 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.30 |
| 18 | palo zorrillo | *Senna atomaria* | 2 | 2 | 0.0000 | 4.55 | 0.04 | 0.05 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.20 |
| 19 | Higuerón | *Ficus cotinifolia* | 2 | 2 | 0.0000 | 4.55 | 0.04 | 0.05 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.20 |
| 20 | Palo borrego | *Hauya elegans* | 2 | 2 | 0.0000 | 4.55 | 0.04 | 0.05 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.20 |
| 21 | guayabo | *Psidium guajava* | 12 | 1 | 0.0000 | 27.27 | 0.26 | 0.02 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.18 |
| 22 | Palo ratón | *Croton draco* | 1 | 1 | 0.0000 | 2.27 | 0.02 | 0.02 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.10 |
| | | | **3,365** | **399** | **0.3384** | **10413.64** | **100.00** | **8.16** | **100.00** | **0.77** | **100.00** | **300.00** | **100.00** |

Sitios de muestreo: 44 (sitios circulares de 100 $m^2$)
Área muestreada: 0.4400 has (4,400$m^2$)

La especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es ***Flourensia laurifolia*** (Hoja ancha), el cual tiene un valor de IVI del 80.79, así también es una especie con una frecuencia relativa alta a comparación de las demás, es decir que se encuentra muy bien extendida en la región. Es la especie más abundante en el estrato. Todos estos parámetros provocan que la especie se posicione como la que más contribuye en el carácter y estructura del estrato arbóreo del ecosistema analizado (Cottam y Curtis, 1956). Si bien hay especies arbóreas de buen tamaño en la microcuenca, estas tienen abundancias bajas y su valor de IVI es bajo.

Por otra parte, la especie con menor valor de IVI es *Croton draco (Palo ratón)* con un valor de 0.30% de IVI; lo anterior indica que dichas especies son poco abundantes, poco frecuentes y cuyo valor de dominancia es poco significativo, y son especies que no caracterizan al ecosistema de selva baja caducifolia, no aportan al carácter y estructura de la vegetación, es decir poseen poco valor ecológico.

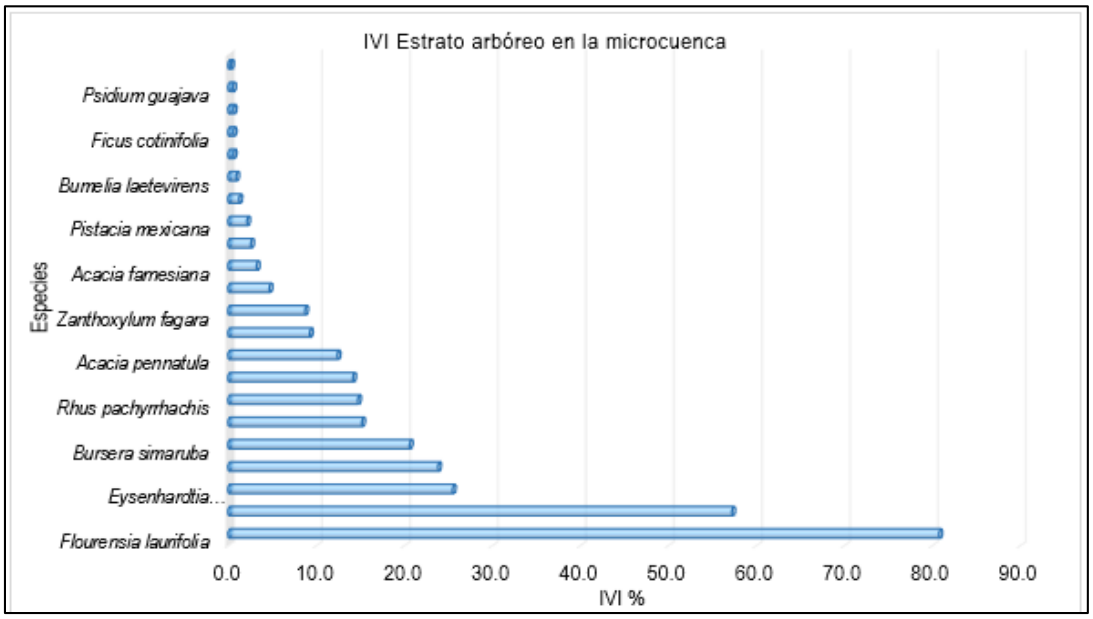



Ilustración 85 Gráfica del Valor de Importancia de las especies arbóreas en la Microcuenca.



Ilustración 86 Dominancia de copas de Flourensia laurifolia en la Región Ecológica

## Estrato arbustivo

La especie con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo es ***Gochnatia magna (Canastillo)*** con el 65.42% del IVI, sobre todo por su mayor dominancia relativa (48.53%), ya que su cobertura de copa aporta más a la estructura horizontal y característica del ecosistema. Es junto con la especie arbórea *Flourensia laurifolia* y *Lysiloma microphylla* quienes más le imprimen la estructura de selva baja caducifolia en la zona.

A pesar de que existe una especie más abundante el cual es la Frutilla (***Lantana velutina)***, es dominado por otras especies como ***Gochnatia magna*** (canastillo) y ***Neopringlea integrifolia*** (Palillo) cuyo porte y cobertura de copa son más grandes, es por ello que estas últimas presenta un valor de IVI más alto.

*Tabla 151 Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en la Microcuenca.*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 2,159.09 | 10.93 | 0.98 | 5.96 | 2649.60 | 48.53 | 65.42 |
| 2 | Frutilla | *Lantana velutina* | 3,302.27 | 16.72 | 0.98 | 5.96 | 1095.80 | 20.07 | 42.74 |
| 3 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 2,013.64 | 10.19 | 0.93 | 5.68 | 569.34 | 10.43 | 26.30 |
| 4 | Orégano | *Lippia graveolens* | 2,506.82 | 12.69 | 0.82 | 4.99 | 398.69 | 7.30 | 24.98 |
| 5 | Rama del burro | *Dalea greggii* | 1,511.36 | 7.65 | 0.68 | 4.16 | 189.92 | 3.48 | 15.28 |
| 6 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 1,272.73 | 6.44 | 0.77 | 4.71 | 89.96 | 1.65 | 12.80 |
| 7 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 800.00 | 4.05 | 0.89 | 5.40 | 39.27 | 0.72 | 10.17 |
| 8 | Vara prieta AM | *Verbesina virgata* | 625.00 | 3.16 | 0.73 | 4.43 | 60.13 | 1.10 | 8.70 |
| 9 | Sarabuyo | *Karwinskia humboldtiana* | 402.27 | 2.04 | 0.93 | 5.68 | 50.55 | 0.93 | 8.64 |
| 10 | Candelón | *Parthenium tomentosum* | 772.73 | 3.91 | 0.66 | 4.02 | 24.28 | 0.44 | 8.37 |
| 11 | Solimán peludo | *Croton ciliato-glandulosus* | 595.45 | 3.01 | 0.77 | 4.71 | 29.23 | 0.54 | 8.26 |
| 12 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 729.55 | 3.69 | 0.34 | 2.08 | 51.57 | 0.94 | 6.72 |
| 13 | Salvia prieta | *Salvia melissodora* | 359.09 | 1.82 | 0.57 | 3.46 | 34.55 | 0.63 | 5.91 |
| 14 | Damiana | *Turnera diffusa* | 495.45 | 2.51 | 0.50 | 3.05 | 15.57 | 0.29 | 5.84 |
| 15 | Chioccoca | *Chiococca alba* | 413.64 | 2.09 | 0.55 | 3.32 | 12.99 | 0.24 | 5.66 |
| 16 | Hierba del negro | *Eupatorium areolare* | 354.55 | 1.79 | 0.57 | 3.46 | 17.40 | 0.32 | 5.58 |
| 17 | Frutillilla | *Lippia oaxacana* | 395.45 | 2.00 | 0.39 | 2.35 | 19.41 | 0.36 | 4.71 |
| 18 | Cordia | *Cordia globosa* | 131.82 | 0.67 | 0.55 | 3.32 | 2.33 | 0.04 | 4.03 |
| 19 | Vara prieta EUP | *Eupatorium collinum* | 134.09 | 0.68 | 0.36 | 2.22 | 59.24 | 1.09 | 3.98 |
| 20 | Güito | *Marsdenia coulteri* | 106.82 | 0.54 | 0.50 | 3.05 | 0.84 | 0.02 | 3.60 |
| 21 | Hierba del toro | *Verbesina persicifolia* | 109.09 | 0.55 | 0.39 | 2.35 | 7.71 | 0.14 | 3.05 |
| 22 | Tomate de guía | *Urvillea ulmacea* | 72.73 | 0.37 | 0.32 | 1.94 | 3.57 | 0.07 | 2.37 |
| 23 | Malvarisco | *Sida acuta* | 84.09 | 0.43 | 0.30 | 1.80 | 1.49 | 0.03 | 2.25 |
| 24 | Candela | *Montanoa tomentosa* | 47.73 | 0.24 | 0.25 | 1.52 | 2.34 | 0.04 | 1.81 |
| 25 | Salvia blanca | *Hyptis albida* | 52.27 | 0.26 | 0.18 | 1.11 | 6.57 | 0.12 | 1.49 |
| 26 | Tripa de vaca | *Cissus sicyoides* | 29.55 | 0.15 | 0.20 | 1.25 | 0.06 | 0.00 | 1.40 |
| 27 | Pasillo | *Osmanthus americanus* | 31.82 | 0.16 | 0.14 | 0.83 | 1.56 | 0.03 | 1.02 |
| 28 | Trepadora alitas | *Heteropterys brachiata* | 31.82 | 0.16 | 0.11 | 0.69 | 0.25 | 0.00 | 0.86 |
| 29 | Morilla | *Phyllanthus micrandrus* | 50.00 | 0.25 | 0.07 | 0.42 | 9.82 | 0.18 | 0.85 |
| 30 | Solimán liso | *Croton hypoleucus* | 22.73 | 0.12 | 0.09 | 0.55 | 1.61 | 0.03 | 0.70 |
| 31 | Cinco negritos | *Lantana camara* | 15.91 | 0.08 | 0.09 | 0.55 | 0.78 | 0.01 | 0.65 |

| No. | Nombre común | Nombre científico | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | Cruceta | *Pisonia aculeata* | 13.64 | 0.07 | 0.09 | 0.55 | 0.67 | 0.01 | 0.64 |
| 33 | Vara de cuete Brick | *Brickellia amblyolepis* | 38.64 | 0.20 | 0.05 | 0.28 | 7.59 | 0.14 | 0.61 |
| 34 | Chupona morada | *Abutilon gaumeri* | 9.09 | 0.05 | 0.09 | 0.55 | 0.07 | 0.00 | 0.60 |
| 35 | Árnica de monte | *Trixis inula* | 9.09 | 0.05 | 0.09 | 0.55 | 0.07 | 0.00 | 0.60 |
| 36 | San pedro | *Tecoma stans* | 6.82 | 0.03 | 0.07 | 0.42 | 0.66 | 0.01 | 0.46 |
| 37 | Sosa | *Solanum verbascifolium* | 6.82 | 0.03 | 0.07 | 0.42 | 0.33 | 0.01 | 0.46 |
| 38 | Limoncillo | *Helietta parvifolia* | 6.82 | 0.03 | 0.07 | 0.42 | 0.12 | 0.00 | 0.45 |
| 39 | Huevo de gato | *Solanum hirtum* | 6.82 | 0.03 | 0.07 | 0.42 | 0.05 | 0.00 | 0.45 |
| 40 | Hierba del zopilote | *Tournefortia densiflora* | 4.55 | 0.02 | 0.05 | 0.28 | 0.89 | 0.02 | 0.32 |
| 41 | Limonaria | *Murraya paniculata* | 4.55 | 0.02 | 0.05 | 0.28 | 0.22 | 0.00 | 0.30 |
| 42 | Crucillo | *Randia laetevirens* | 4.55 | 0.02 | 0.02 | 0.14 | 1.29 | 0.02 | 0.19 |
| 43 | Efes Z | *Calliandra houstoniana* | 4.55 | 0.02 | 0.02 | 0.14 | 0.32 | 0.01 | 0.17 |
| 44 | Quiebra machete | *Mimosa leucaenoides* | 2.27 | 0.01 | 0.02 | 0.14 | 0.45 | 0.01 | 0.16 |
| 45 | Rama de la cruz | *Eupatorium haenkeanum* | 2.27 | 0.01 | 0.02 | 0.14 | 0.29 | 0.01 | 0.16 |
| 46 | Capsicum | *Capsicum ciliatum* | 2.27 | 0.01 | 0.02 | 0.14 | 0.16 | 0.00 | 0.15 |
| 47 | Flor de mayo | *Pseudosmodingium virletii* | 2.27 | 0.01 | 0.02 | 0.14 | 0.01 | 0.00 | 0.15 |
| | | | **19,754.55** | **100.00** | **16.41** | **100.00** | **5459.62** | **100.00** | **300.00** |

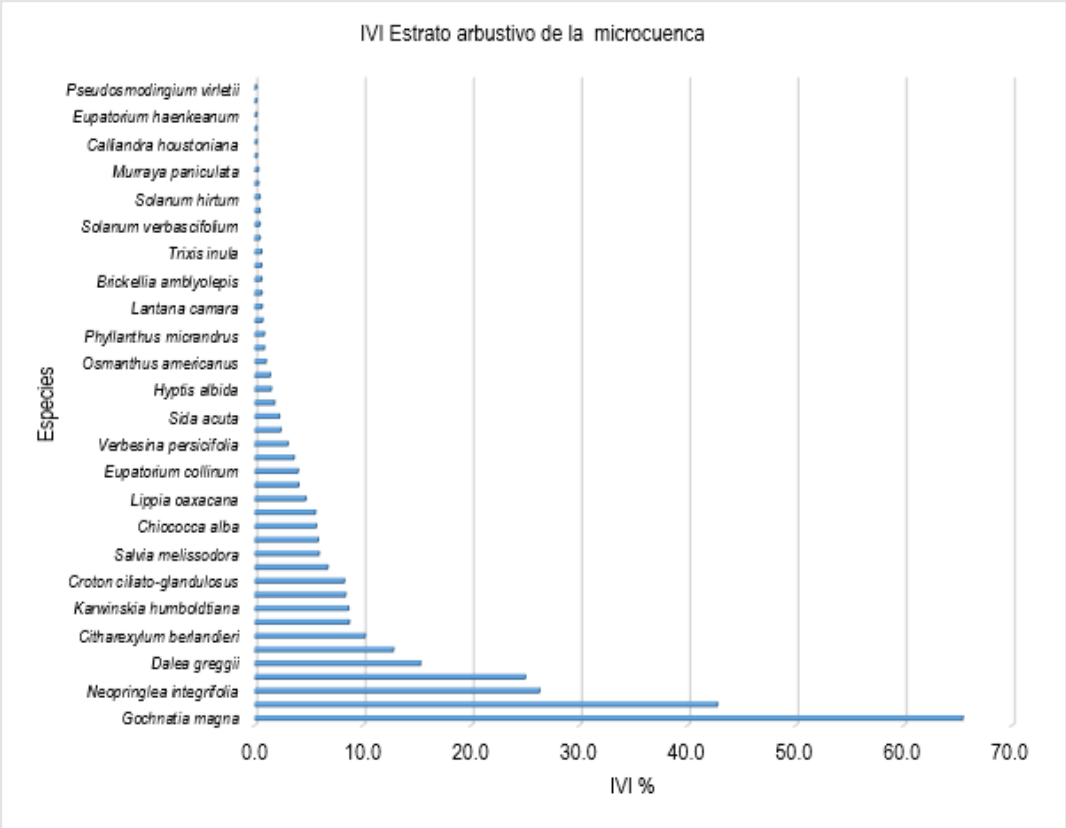



Ilustración 87 Gráfica del Valor de Importancia de las especies arbustivas en la microcuenca (SA).



La condición general del estrato arbustivo se caracteriza por la dominancia de determinadas especies, con un estrato herbáceo escasamente desarrollado, al igual que las cactáceas, y la presencia de pocos individuos arbóreos de mayor porte. Este conjunto de características corresponde a una vegetación secundaria de tipo arbustivo asociada a la selva baja caducifolia.

## Estrato cactáceas

El estrato cactáceas localmente en la zona analizada no esta tan desarrollado, tal es así que únicamente se obtuvo registro de 4 especies, cuyas abundancias pueden considerarse bajas y generalmente son ejemplares de bajo porte que no imprimen una estructura bien definida a la selva baja caducifolia, y cuya distribución ha demostrado ser de tipo localizado en ciertos manchones de las zonas forestales de la región.

*Tabla 152 Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en la microcuenca (SA)*

| No. | Nombre común | Nombre científico | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 29.55 | 54.17 | 0.05 | 25.00 | 2.84 | 87.14 | 166.31 |
| 2 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 13.64 | 25.00 | 0.09 | 50.00 | 0.24 | 7.39 | 82.39 |
| 3 | Nopalea | *Nopalea dejecta* | 9.09 | 16.67 | 0.02 | 12.50 | 0.16 | 4.92 | 34.09 |
| 4 | Viejito | *Pilosocereus leucocephalus* | 2.27 | 4.17 | 0.02 | 12.50 | 0.02 | 0.55 | 17.21 |
| | | | **54.55** | **100.00** | **0.18** | **100.00** | **3.26** | **100.00** | **300.00** |

La especie con mayor valor de importancia en el estrato cactáceas del ecosistema es ***Opuntia puberula (Nopalillo)*** con el 166.31% del IVI, sobre todo por su mayor dominancia relativa (87.14%) junto con su abundancia (54.17%), es decir es la especie más abundante, que se le encontró en más sitios y con porte estructural

más grande respecto a las otras. Por otra parte, la especie que tuvo un registro muy reducido (puesto que únicamente se le encontró una vez en los sitios muestreados en la cuenca) es ***Pilosocereus leucocephalus*** (viejito); por lo tanto, derivado de su escasa presencia en el ecosistema evaluado ha resultado tener el IVI más bajo.

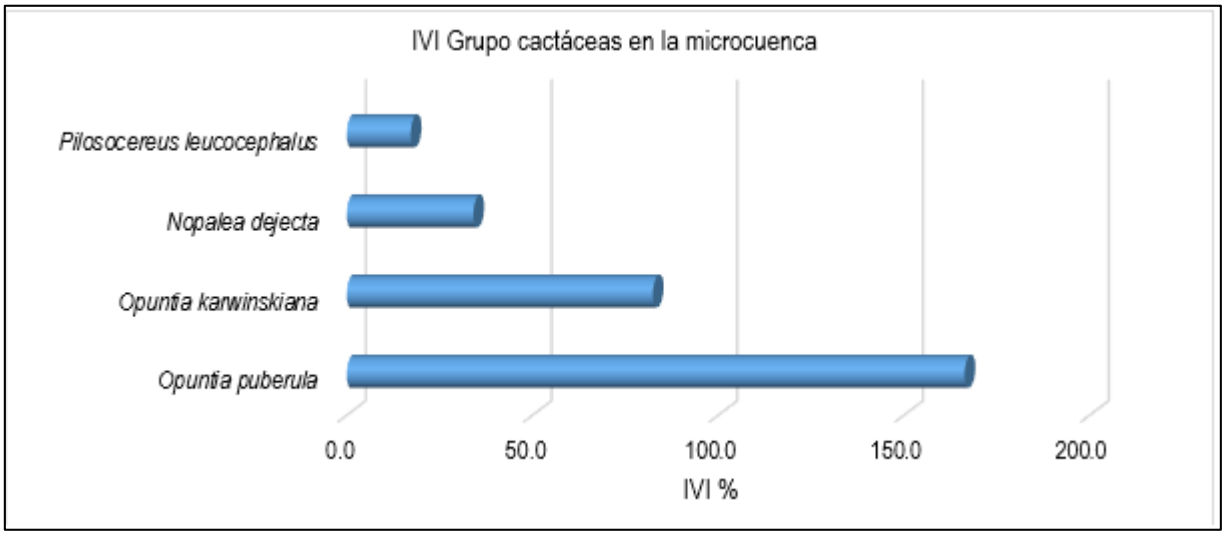



Ilustración 88 Gráfica del Valor de Importancia de las especies de cactáceas en la microcuenca

El estrato cactáceas se encuentra poco representado en el tipo de vegetación analizado en esta microcuenca.



**Condición general de las cactáceas encontradas en el muestreo de la Región Ecológica.**
**Se observa que el estrato es poco representativo en la vegetación de selva baja caducifolia.**

## Estrato herbáceo

*Tabla 153 Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo en la Microcuenca*

| No | Nombre común | Nombre científico | Dens. Abs. | Dens. Rel. | Frec. Abs. | Frec. Rel. | Dom. Abs. | Dom. Rel. | IVI 300% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ojo de víbora | *Evolvulus alsinoides* | 26590.91 | 25.11 | 0.55 | 13.26 | 52.21 | 15.06 | 53.42 |
| 2 | P Lippia | *Tamonea curassavica* | 11136.36 | 10.52 | 0.39 | 9.39 | 55.98 | 16.14 | 36.05 |
| 3 | Trepadora frijol | *Nissolia nelsoni* | 8181.82 | 7.73 | 0.39 | 9.39 | 41.13 | 11.86 | 28.98 |
| 4 | Trompetilla morada | *Justicia pilosella* | 1363.64 | 1.29 | 0.11 | 2.76 | 66.94 | 19.30 | 23.35 |
| 5 | Poleo 2 | *Satureja mexicana* | 9545.45 | 9.01 | 0.32 | 7.73 | 3.00 | 0.86 | 17.61 |
| 6 | Ruellia | *Ruellia nudiflora* | 7954.55 | 7.51 | 0.34 | 8.29 | 5.62 | 1.62 | 17.42 |
| 7 | Malva ayenia | *Ayenia pusilla* | 6363.64 | 6.01 | 0.34 | 8.29 | 8.00 | 2.31 | 16.60 |
| 8 | Ortiguiya | *Trafia volubilis* | 7272.73 | 6.87 | 0.34 | 8.29 | 2.28 | 0.66 | 15.81 |
| 9 | Tapa cola | *Waltheria indica* | 909.09 | 0.86 | 0.07 | 1.66 | 44.62 | 12.87 | 15.38 |
| 10 | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | 5909.09 | 5.58 | 0.16 | 3.87 | 7.43 | 2.14 | 11.59 |
| 11 | Gaulteria de venas blancas | *Pyrola picta* | 3409.09 | 3.22 | 0.11 | 2.76 | 17.14 | 4.94 | 10.92 |
| 12 | Justicia azul | *Justicia caudata* | 5454.55 | 5.15 | 0.14 | 3.31 | 1.71 | 0.49 | 8.96 |
| 13 | Lengua de vaca | *Elytraria bromoides* | 3181.82 | 3.00 | 0.16 | 3.87 | 6.25 | 1.80 | 8.67 |
| 14 | Helecho falso de arroz | *Pilea microphylla* | 1363.64 | 1.29 | 0.11 | 2.76 | 10.71 | 3.09 | 7.14 |
| 15 | Olotillo | *Tretamerium nervosum* | 1590.91 | 1.50 | 0.16 | 3.87 | 3.12 | 0.90 | 6.27 |
| 16 | Carricillo | *Lasiacis ruscifolia* | 1136.36 | 1.07 | 0.09 | 2.21 | 5.71 | 1.65 | 4.93 |
| 17 | Pata de gallo | *Dalechampia scandens* | 909.09 | 0.86 | 0.09 | 2.21 | 3.50 | 1.01 | 4.08 |
| 18 | Malvarisquillo | *Sida procumbens* | 909.09 | 0.86 | 0.07 | 1.66 | 4.57 | 1.32 | 3.83 |
| 19 | Pega | *Priva lappulacea* | 681.82 | 0.64 | 0.07 | 1.66 | 0.86 | 0.25 | 2.55 |
| 20 | Serenillo | *Adiantum capillus-veneris* | 1136.36 | 1.07 | 0.02 | 0.55 | 2.23 | 0.64 | 2.27 |
| 21 | Trepa zopilote | *Matelea pilosa* | 454.55 | 0.43 | 0.05 | 1.10 | 1.75 | 0.50 | 2.04 |
| 22 | Albacaron | *Ocimum campechianum* | 227.27 | 0.21 | 0.02 | 0.55 | 1.14 | 0.33 | 1.10 |
| 23 | Ruellia 2 | *Ruellia albicaulis* | 227.27 | 0.21 | 0.02 | 0.55 | 0.87 | 0.25 | 1.02 |
| | | | **105,909.09** | **100.00** | **4.11** | **100.00** | **346.77** | **100.00** | **300.00** |

La especie con mayor valor de importancia en el estrato herbáceo del ecosistema es ***Evolvulus alsinoides*** *(Ojo de víbora)* con 53.42% del IVI, el cual es completamente dominante en el estrato y la de menor valor es ***Ruellia albicaulis*** *con* 1.02% del IVI del estrato cada una.

Conforme a lo anterior, si bien, hay una especie ecológicamente más importante dentro del estrato herbáceo, este de manera general en el ecosistema de selva baja caducifolia, es poco significativa, ya que es un estrato suprimido, derivado de que la mayor parte de los ejemplares que la componen son de bajo porte y de tipo anual por lo que, si bien son abundantes, estas no imprimen mucho al carácter ni estructura horizontal del ecosistema.

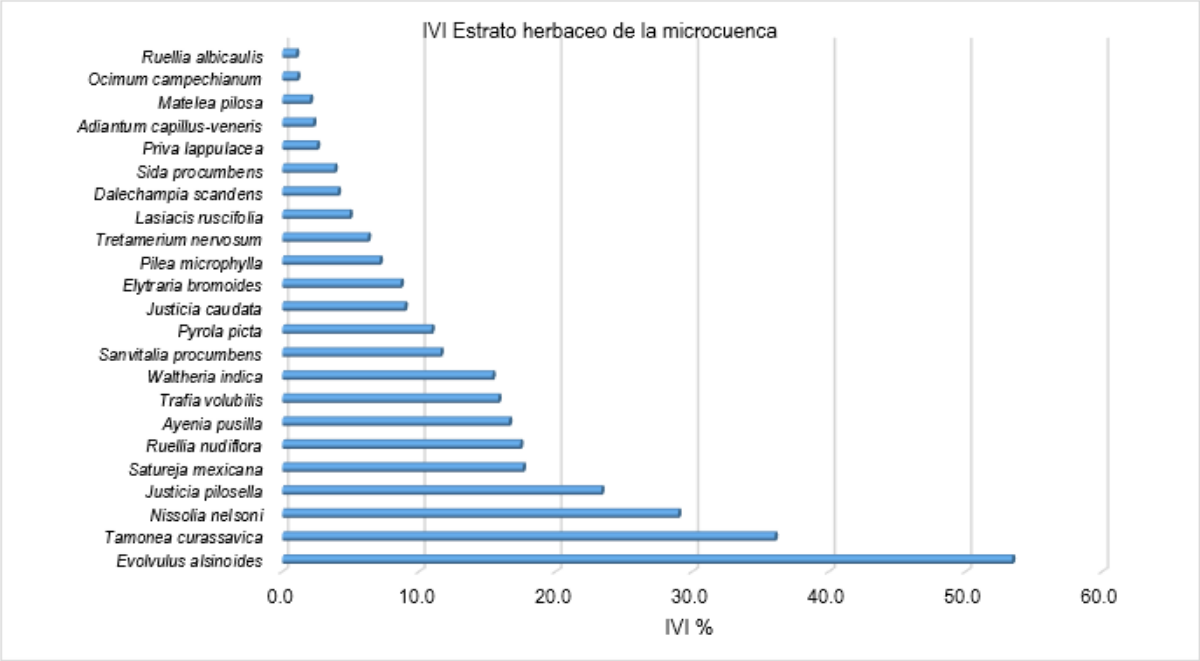



Ilustración 89 Gráfica del Valor de Importancia de las especies herbáceas en la Microcuenca.




Ilustración 90 Condición general del estrato herbáceos en el muestreo de la Región Ecológica

### *h) Estatus de conservación de la vegetación*

Una vez realizada la verificación de cada una de las especies encontradas en la Región Ecológica en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se concluye que **No hay especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

*Tabla 154 Especies identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010*

| **Especies identificadas en campo6 endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Componente | Nombre científico | Nombre común | Categoría de riesgo | Endémica (Sí/No) | Número de individuos | Presencia7 | | |
| | | | | | | AP | AI | RE |
| Flora | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---- | --- | ----- |

*Tabla 155 Estatus de conservación de las especies de flora inventariadas en la Microcuenca (RE).*

| No. | Estrato | Nombre común | *Nombre científico* | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 | Distribución | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Arbóreo | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | - | - | - |
| 2 | Arbóreo | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | - | - | - |
| 3 | Arbóreo | Palo de arco | *Lysiloma microphylla* | - | - | - |
| 4 | Arbóreo | Tepame | *Acacia pennatula* | - | - | - |
| 5 | Arbóreo | Vara dulce | *Eysenhardtia polystachya* | - | - | - |
| 6 | Arbóreo | Shongua | *Rhus pachyrrhachis* | - | - | - |
| 7 | Arbóreo | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | - | - | - |
| 8 | Arbóreo | Trompillo | *Cordia boissieri* | - | - | - |
| 9 | Arbóreo | Huizache | *Acacia farnesiana* | - | - | - |
| 10 | Arbóreo | Chaca | *Bursera simaruba* | - | - | - |
| 11 | Arbóreo | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | - | - | - |
| 12 | Arbóreo | Pirulillo | *Pistacia mexicana* | - | - | - |
| 13 | Arbóreo | Ocotillo | *Exostema caribaeum* | - | - | - |
| 14 | Arbóreo | Capulín | *Bumelia laetevirens* | - | - | - |
| 15 | Arbóreo | Palo mulato | *Bursera lancifolia* | - | - | - |
| 16 | Arbóreo | palo zorrillo | *Senna atomaria* | - | - | - |
| 17 | Arbóreo | Palo xixote | *Bursera fagaroides* | - | - | - |
| 18 | Arbóreo | Higuerón | *Ficus cotinifolia* | - | - | - |
| 19 | Arbóreo | Palo ratón | *Croton draco* | - | - | - |
| 20 | Arbóreo | guayabo | *Psidium guajava* | - | - | - |
| 21 | Arbóreo | Palo borrego | *Hauya elegans* | - | - | - |
| 22 | Arbóreo | Palo Brasil | *Haematoxylum brasiletto* | - | - | - |
| 1 | Arbustivo | Frutilla | *Lantana velutina* | - | - | - |
| 2 | Arbustivo | Canastillo | *Gochnatia magna* | - | - | - |
| 3 | Arbustivo | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | - | - | - |
| 4 | Arbustivo | Rama del burro | *Dalea greggii* | - | - | - |
| 5 | Arbustivo | P Laurel | *Malpighia glabra* | - | - | - |
| 6 | Arbustivo | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | - | - | - |
| 7 | Arbustivo | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | - | - | - |
| 8 | Arbustivo | Solimán peludo | *Croton ciliato-glandulosus* | - | - | - |
| 9 | Arbustivo | Salvia prieta | *Salvia melissodora* | - | - | - |
| 10 | Arbustivo | Damiana | *Turnera diffusa* | - | - | - |

| No. | Estrato | Nombre común | *Nombre científico* | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 | Distribución | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Arbustivo | Hierba del negro | *Eupatorium areolare* | - | - | - |
| 12 | Arbustivo | Frutillilla | *Lippia oaxacana* | - | - | - |
| 13 | Arbustivo | Malvarisco | *Sida acuta* | - | - | - |
| 14 | Arbustivo | Hierba del toro | *Verbesina persicifolia* | - | - | - |
| 15 | Arbustivo | Chioccoca | *Chiococca alba* | - | - | - |
| 16 | Arbustivo | Orégano | *Lippia graveolens* | - | - | - |
| 17 | Arbustivo | Candelón | *Parthenium tomentosum* | - | - | - |
| 18 | Arbustivo | Candela | *Montanoa tomentosa* | - | - | - |
| 19 | Arbustivo | Tomate de guía | *Urvillea ulmacea* | - | - | - |
| 20 | Arbustivo | Güito | *Marsdenia coulteri* | - | - | - |
| 21 | Arbustivo | Salvia blanca | *Hyptis albida* | - | - | - |
| 22 | Arbustivo | Cordia | *Cordia globosa* | - | - | - |
| 23 | Arbustivo | Pasillo | *Osmanthus americanus* | - | - | - |
| 24 | Arbustivo | Tripa de vaca | *Cissus sicyoides* | - | - | - |
| 25 | Arbustivo | Chupona morada | *Abutilon gaumeri* | - | - | - |
| 26 | Arbustivo | Huevo de gato | *Solanum hirtum* | - | - | - |
| 27 | Arbustivo | Árnica de monte | *Trixis inula* | - | - | - |
| 28 | Arbustivo | San pedro | *Tecoma stans* | - | - | - |
| 29 | Arbustivo | Vara prieta AM | *Verbesina virgata* | - | - | - |
| 30 | Arbustivo | Cruceta | *Pisonia aculeata* | - | - | - |
| 31 | Arbustivo | Sosa | *Solanum verbascifolium* | - | - | - |
| 32 | Arbustivo | Cinco negritos | *Lantana camara* | - | - | - |
| 33 | Arbustivo | Solimán liso | *Croton hypoleucus* | - | - | - |
| 34 | Arbustivo | Crucillo | *Randia laetevirens* | - | - | - |
| 35 | Arbustivo | Vara de cuete Brick | *Brickellia amblyolepis* | - | - | - |
| 36 | Arbustivo | Efes Z | *Calliandra houstoniana* | - | - | - |
| 37 | Arbustivo | Quiebra machete | *Mimosa leucaenoides* | - | - | - |
| 38 | Arbustivo | Vara prieta EUP | *Eupatorium collinum* | - | - | - |
| 39 | Arbustivo | Hierba del zopilote | *Tournefortia densiflora* | - | - | - |
| 40 | Arbustivo | Morilla | *Phyllanthus micrandrus* | - | - | - |
| 41 | Arbustivo | Trepadora alitas | *Heteropterys brachiata* | - | - | - |
| 42 | Arbustivo | Flor de mayo | *Pseudosmodingium virletii* | - | - | - |
| 43 | Arbustivo | Rama de la cruz | *Eupatorium haenkeanum* | - | - | - |
| 44 | Arbustivo | Capsicum | *Capsicum ciliatum* | - | - | - |
| 45 | Arbustivo | Limonaria | *Murraya paniculata* | - | - | - |
| 46 | Arbustivo | Limoncillo | *Helietta parvifolia* | - | - | - |
| 47 | Arbustivo | Sarabuyo | *Karwinskia humboldtiana* | - | - | - |
| 1 | Cactáceas | Nopalea | *Nopalea dejecta* | - | - | Apéndice II |
| 2 | Cactáceas | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | - | - | Apéndice II |
| 3 | Cactáceas | Nopalillo | *Opuntia puberula* | - | - | Apéndice II |
| 4 | Cactáceas | Viejito | *Pilosocereus leucocephalus* | - | - | Apéndice II |
| 1 | Herbáceo | Ojo de víbora | *Evolvulus alsinoides* | - | - | - |
| 2 | Herbáceo | Ortiguiya | *Trafia volubilis* | - | - | - |
| 3 | Herbáceo | Malva ayenia | *Ayenia pusilla* | - | - | - |

| No. | Estrato | Nombre común | *Nombre científico* | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 | Distribución | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Herbáceo | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | - | - | - |
| 5 | Herbáceo | Justicia azul | *Justicia caudata* | - | - | - |
| 6 | Herbáceo | Ruellia | *Ruellia nudiflora* | - | - | - |
| 7 | Herbáceo | Trepadora frijol | *Nissolia nelsoni* | - | - | - |
| 8 | Herbáceo | Serenillo | *Adiantum capillus-veneris* | - | - | - |
| 9 | Herbáceo | Olotillo | *Tretamerium nervosum* | - | - | - |
| 10 | Herbáceo | Poleo 2 | *Satureja mexicana* | - | - | - |
| 11 | Herbáceo | Lengua de vaca | *Elytraria bromoides* | - | - | - |
| 12 | Herbáceo | Pega | *Priva lappulacea* | - | - | - |
| 13 | Herbáceo | Malvarisquillo | *Sida procumbens* | - | - | - |
| 14 | Herbáceo | Albacaron | *Ocimum campechianum* | - | - | - |
| 15 | Herbáceo | Trepa zopilote | *Matelea pilosa* | - | - | - |
| 16 | Herbáceo | Ruellia 2 | *Ruellia albicaulis* | - | - | - |
| 17 | Herbáceo | Carricillo | *Lasiacis ruscifolia* | - | - | - |
| 18 | Herbáceo | Pata de gallo | *Dalechampia scandens* | - | - | - |
| 19 | Herbáceo | P Lippia | *Tamonea curassavica* | - | - | - |
| 20 | Herbáceo | Helecho falso de arroz | *Pilea microphylla* | - | - | - |
| 21 | Herbáceo | Gaulteria de venas blancas | *Pyrola picta* | - | - | - |
| 22 | Herbáceo | Trompetilla morada | *Justicia pilosella* | - | - | - |
| 23 | Herbáceo | Tapa cola | *Waltheria indica* | - | - | - |

### *III.3.2.4. Fauna*

La fauna silvestre es un elemento fundamental en cualquier ecosistema forestal; su importancia radica en el hecho de formar parte de la cadena alimenticia, lo que hace posible el flujo de energía. Cuando un ecosistema cuenta con una adecuada diversidad esto se refleja en la ausencia de cualquier tipo de plaga, debido a que existe un equilibrio ecológico. Los microrganismos también forman parte de la fauna de un ecosistema y desempeñan la función de descomponedores de la materia orgánica, dentro de la cadena alimenticia, gracias a su labor se hace posible la reincorporación de los nutrientes al suelo. Por esta y otras funciones que cumple la fauna dentro de un ecosistema se hace indispensable la conservación de sus poblaciones y el cuidado de su diversidad.

En este apartado se describe el tipo de fauna asociada al ecosistema forestal, por el desplazamiento que puedan tener los animales silvestres a través la RE y que pudieran presentarse o aproximarse a la superficie propuesta para su urbanización, principalmente en la que se pretende el cambio de uso de suelo; ya que la vegetación forestal constituye el refugio y fuente de alimentación para el desarrollo de la fauna.

La superficie propuesta colindando en dos de sus márgenes con el área urbana (viviendas habitadas); al interior del predio existen pequeñas veredas por donde transitan los habitantes de las colindancias para acortar distancias y por personas que llevan a cabo la búsqueda de leña; por lo tanto, estas condiciones limitan considerablemente la presencia y el paso de la fauna, debido a que fácilmente se asustan con la presencia humana, especies domésticas como gatos y perros que pueden adentrarse en la vegetación, el ruido y tránsito vehicular haciendo que el área del proyecto pueda presentar únicamente especies menores y mejor adaptadas a las condiciones de perturbación. Se considera su probable afectación debido a que pudieran, en determinadas épocas del año, descender hacia el área urbana en busca de alimento, sobre todo especies que coexisten con las actividades humanas.

***a) Registros de las especies o comunidades faunísticas en la Región Ecológica***

Debido a sus características geográficas, geológicas y climáticas, el Estado de Querétaro cuenta con una gran variedad de ecosistemas, lo que permite la presencia de una rica biota. En cuanto a la fauna, se han registrado 600 especies de vertebrados. De ellas, las aves son el mayor grupo con 291 especies, seguidas por los mamíferos con 131 especies. Con respecto al resto de los grupos se han registrado 108 especies de reptiles, 33 especies de anfibios y 37 especies de peces. Por lo que respecta a los invertebrados, es un grupo escasamente estudiado. Sin embargo, se tienen registros de 107 especies de insectos, 23 especies de parásitos de peces y 8 especies de crustáceos decápodos.

En torno a las declaratorias antes mencionadas, se describen las especies por grupo “con potencial distribución” en el municipio de Jalpan de Serra, algunas de estas especies son catalogadas en algún estatus y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, estas sólo pueden ubicarse en las partes alejadas y con mayor cobertura y pendiente, donde la actividad antropogénica es nula a escasa y por ende las condiciones de conservación son idóneas para su alimentación, desarrollo, anidación y reproducción; recordando que las especies faunísticas son sensibles a la presencia humana.

Para este propósito, el servidor electrónico de CONABIO *Enciclovida.mx*; es una herramienta útil, que permite el acceso a la información sobre especímenes cuyo rango de distribución se contempla para el Municipio de Jalpan.

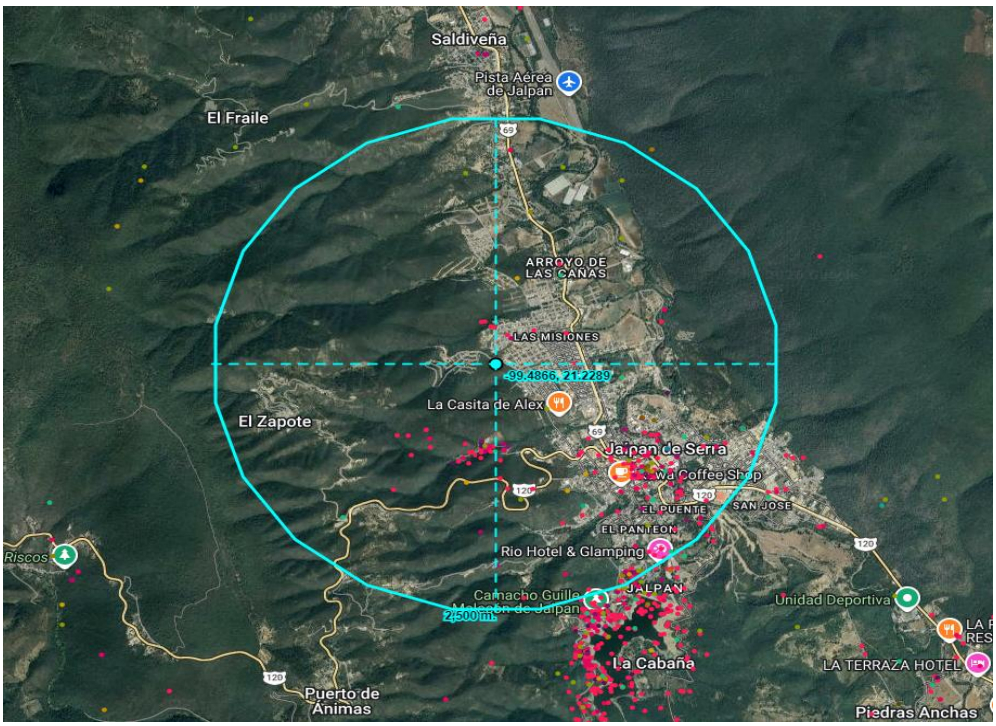


Ilustración 91 Registro de especies en la zona de Jalpan de acuerdo al geo portal del SNIB

Esta investigación se complementa con una revisión de literatura en publicaciones científicas e informes previos de evaluaciones ambientales realizadas en el área específica o sus alrededores tales como: El *Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 26(1): 47-57 (2010); Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H250, Anfibios y reptiles del estado de Querétaro*; y el libro *Mamíferos silvestres de México*[12], por citar algunos. A partir de dicha información, se procedió a elaborar una lista de las especies que pudieran estar presentes en el área de influencia a la superficie de urbanización, considerando que corresponde al grupo de reptiles, aves y mamíferos menores debido al grado de perturbación al interior de la Región Ecológica. Además de cotejar el listado con el contenido en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y la inclusión de especies de aves citadas en la ficha RAMSAR.

De acuerdo al Geo portal del Sistema Nacional de información sobre biodiversidad (SNIB), con aportación cooperativa de observaciones a lo largo del país, de especies de flora y fauna, se tiene un registro georreferenciado de riqueza de especies a lo largo del territorio mexicano, de tal manera que a continuación se muestra a modo de descripción general, un listado potencial de especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios que se han registrado en la zona de la cabecera municipal de Jalpan de Serra, Qro.

[12] Ceballos, Gerardo y Gisselle Oliva, coords. / Los Mamíferos Silvestres de México / México FCE, CONABIO, 2005 / 1986 p.

*Tabla 156 Especies potenciales fauna*

| **Especies potenciales** | |
|---|---|
| **Componente** | Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\ESPECIES POTENCIALES FAUNA RE |
| **Fauna** | |

Es poco probable el anidamiento de algunas aves que sobrevuelan el área, por las condiciones de impacto antes descritas y no se localizaron nidos en la superficie del proyecto durante el muestreo, por lo que la afectación a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 está descartada. Sin embargo, se pondrá especial cuidado en atender el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (anexo), durante las actividades de preparación del sitio (desmonte y despalme) y durante las actividades de provisión de infraestructura de servicios urbanos y posterior etapa constructiva de viviendas de manera progresiva.

Los listados anteriores corresponden a **la fauna silvestre potencial que puede llegar a encontrarse en el la microcuenca de Jalpan de Serra, que es donde se pretende el proyecto**, sin embargo, por la necesidad de contar con datos que permitan comparar la diversidad y abundancia de la fauna en el área de influencia y en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, se realizó un muestreo mediante transectos, así como la colocación de redes y trampas para realizar dicha comparación entre ambos sitios y de esta manera determinar si la ejecución del proyecto compromete la diversidad de la fauna.

### *b) Inventario de las especies faunísticas en la Región Ecológica y en la superficie del proyecto*

*Tabla 157 Metodología aplicada al muestreo de fauna*

| **Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE) 4** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Componente** | Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro) | Métodos (Transecto, lineal, área, puntual) | Número de sitios de muestreo | Horario de muestreo (diurno, nocturno) | Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)5 | Fecha de realización y esfuerzo del muestreo | Comunidad Perenne o estacional | Comunidad Acuática o terrestre |
| **Fauna** | Método de conteo directo | -Transectos<br>-Instalación de trampas (Sherman y Tomahawk)<br>-Instalación de redes de niebla<br>-Puntos de conteo para aves<br>-Registro de excretas<br>-Conteo de huellas | Transectos: 4<br><br>Trampas (Sherman y Tomahawk): 12<br><br>Redes de niebla: 3<br><br>Puntos de conteo para aves: 7 | Diurno y nocturno | Invierno | Enero y febrero 2026<br><br>Esfuerzo: 26 sitios | | Terrestre |

Para estimar la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre, existen diversos métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en tres categorías: Conteo en transectos, captura-marcaje y reconstrucción de la posible estructura de población con base a datos de cacería. En el caso de métodos indirectos se utilizan varios entre los que destaca: conteo de huellas, excretas, madrigueras, cantos, entre los principales.

Por la complejidad que resulta seleccionar una metodología para el muestreo de la fauna silvestre, se eligió como la metodología más adecuada, realizar transectos que permitieran observar algún ejemplar de fauna silvestre, así mismo, se contabilizaron algunos restos que dejan los mamíferos tales como heces, huellas y pelo. De igual manera, se ubicaron puntos de observación y redes ornitológicas para las aves, además de trampas Sherman, Tomahawk y Cámaras Trampa, a fin de detectar especies muy complicadas de observar.

Es fundamental indicar que el muestreo de fauna silvestre se realizó en el ecosistema que será afectado por cambio de uso de suelo, que en este caso corresponde a selva baja caducifolia. Del mismo modo como fue explicado en el apartado de vegetación, el muestreo de fauna silvestre se llevó a cabo en superficies de condiciones de perturbación similares al sitio del proyecto, considerando que la fauna que pudiera resultar afectada por las etapas del proyecto es aquella que logra aproximarse a los límites del desarrollo urbano, tomando en cuenta que la presencia humana y animales como perros y gatos limita su desplazamiento y/o anidación en áreas contiguas al desarrollo urbano.

- *Muestreo de mamíferos y reptiles*

**Transectos en banda o faja** : La metodología de encuentro visual dentro consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de los transectos, generalmente durante un periodo fijo, esto incluyendo el movimiento de piedras, ramas o especies arbóreas o arbustivas que pudieran servir de refugios a los individuos.

**Avistamientos:** Este método supone que todos los animales dentro de la franja o banda pueden verse. El observador realiza el muestreo desde una línea que divide el ancho de la banda, determinada anticipadamente. Sólo se registran los individuos que son observados dentro de sus límites, excluyendo aquellos que se observen fuera de la banda. El ancho de banda podrá variar dependiendo de la especie que se va a estudiar, el hábitat y el clima, entre otros factores. La estimación de densidades se basa en los siguientes supuestos:

- Los individuos deben fácilmente ser asignados como dentro o fuera de la banda,
- Todos los individuos dentro de la banda deben de contarse,
- Los registros deben ser eventos independientes, y
- Los individuos no deben ser contados más de una vez (Mandujano, 1994).

**Registro de excretas:** La observación y conteo de excretas es una técnica indirecta que permite identificar la presencia del animal y estimar su abundancia a través de índices. El muestreo se puede realizar en cuadrantes, si éstas son abundantes, o a lo largo de transectos lineales, si no lo son. La identificación de las excretas debe ser realizada considerando otras observaciones, tales como huellas, pelos, plumas, o bien, por la presencia del animal (Arita y Aranda, 1987).

Cada una de las huellas encontradas fue contabilizada como un ejemplar, para su identificación fue fundamental la toma de fotografías (material útil para la determinación de la especie) y su colecta en bolsas de papel para su identificación.

**Conteo de huellas:** Las observaciones y conteo de huellas es una técnica útil para detectar la presencia del animal y permite obtener índices de abundancia de las especies. Es importante resaltar que en el caso de los mamíferos cada especie posee una huella distintiva. Asimismo, es posible obtener información sobre la conducta, edad, estatus social, modo de locomoción y hábitos de forrajeo. El conteo de huellas se ve limitado a zonas donde el tipo de suelo conserva a detalle la forma y tiempo de impresión de éstas (Aranda 2000). Los registros pueden realizarse tomando fotografías, moldes de yeso o parafina, impresiones en papel carbón o de fotografía, colocándolos en estaciones de registro previamente establecidas. Las huellas pueden ser cubiertas por el tipo de suelo que permita la impresión, o bien, cubrir el área con papel carbón o de fotografía. Las estaciones pueden establecerse en sitios donde se han observado individuos, o bien, utilizar cebo con olor que atraiga a los organismos, lo que comúnmente se conoce como estaciones olfativas. Las estaciones pueden ser arregladas a lo largo de un transecto lineal, con distancias iguales entre ellas, y estar distribuidas proporcionalmente entre los tipos de hábitat del área de estudio.

## Microcuenca (RE)

Se utilizó como unidad de muestreo 4 transectos en fajas, de longitud variable de en promedio 50 metros de largo y 5 metros de ancho (para obtener una longitud igual a la muestreada en el área de CUSTF que es de 200 metros lineales); en cada uno de dichos transectos se caminó a paso normal a fin de detectar algún ejemplar de fauna silvestre (mamíferos, reptiles y anfibios) o encontrar algún rastro (huella, excretas, cantos), cada huella se contabilizó como un ejemplar, para determinar la especie a partir de las huellas fue necesaria la toma de fotos para su posterior identificación.

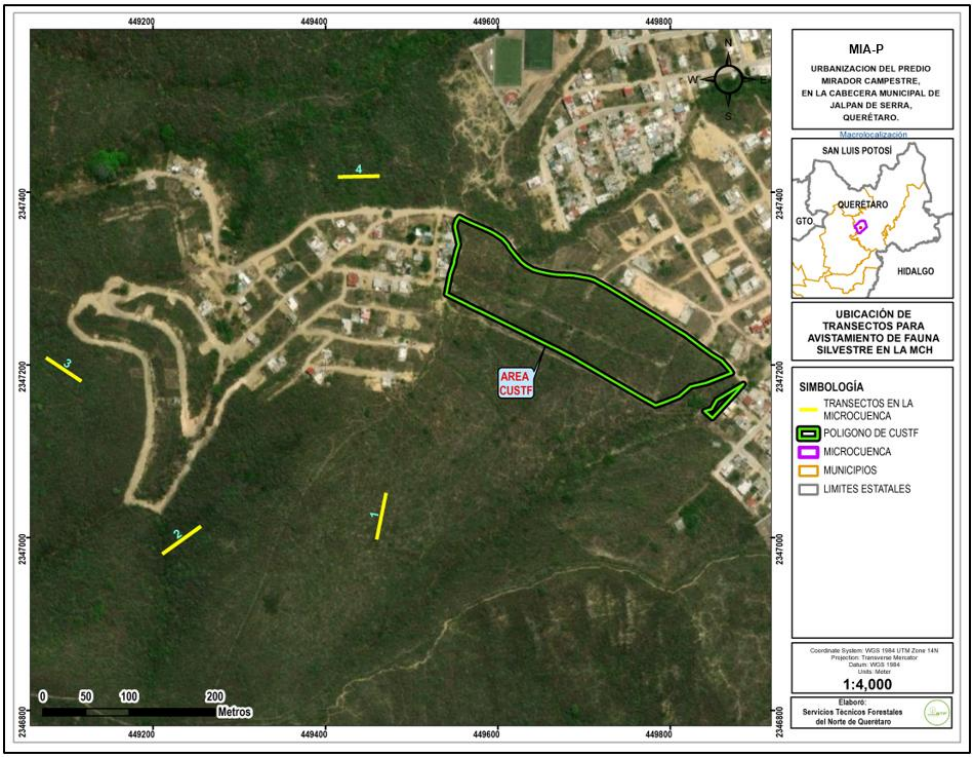



Ilustración 92 Ubicación de los transectos en la Región Ecológica fuera de la superficie de CUSTF.

*Tabla 158 Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna realizados en la microcuenca.*

| No. de Transecto | Longitud (m) | Ancho (m) | Coordenadas UTM WGS84 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Vértice | X | Y | |
| 1 | 50 | 5 | 1 | 449470.18 | 2347051.81 | INICIO |
| | | | 2 | 449459.17 | 2346997.69 | FIN |
| 2 | 50 | 5 | 1 | 449255.52 | 2347013.29 | INICIO |
| | | | 2 | 449210.57 | 2346981.18 | FIN |
| 3 | 50 | 5 | 1 | 449117 | 2347181.16 | INICIO |
| | | | 2 | 449075.72 | 2347208.68 | FIN |
| 4 | 50 | 5 | 1 | 449414.22 | 2347417.84 | INICIO |
| | | | 2 | 449462.84 | 2347418.75 | FIN |

Durante el recorrido de cada uno de los transectos, se realizaron paradas periódicas permaneció por 10 minutos para registrar el avistamiento de ejemplares faunísticos o en su caso para escuchar algún ruido de fauna o cantos en el caso de las aves. El muestreo se realizó durante 5 días en horarios matutinos de 06:00 a 08:00 hrs y vespertinos de 18:00 a 19:00 hrs.

## Superficie del proyecto

Se realizaron 4 transectos para recabar datos faunísticos en la superficie con cubierta vegetal (CUSTF) dentro del predio. En cada transecto se caminó a paso normal, realizando paradas periódicas permaneciendo en el sitio por alrededor de 10 minutos. Lo que se pretendía era observar algún ejemplar de fauna o en su caso encontrar rastros que indiquen la presencia de fauna en la zona como son: huellas, excretas o cantos en el caso de las aves.

Cada uno de los rastros hallados fue contado como un ejemplar, para su identificación fue fundamental la toma de fotografías, material útil para la determinación de la especie. Además, se registraron los ruidos y el canto de las aves. El muestreo se desarrolló durante 5 días, en horarios de 06:00 a 08:00 hrs y de 19:00 a 20:00 hrs.

Además de los recorridos periódicos por todo el predio durante la toma de coordenadas para su georreferenciación. De este modo el muestreo que se llevó a cabo fue mediante transectos en su modalidad de “Fajas”, a fin de llegar a observar un ejemplar o encontrar algún rastro como huellas o excretas. En este sentido, se recorrieron e inventariaron, 4 transectos de longitud variable, donde su modalidad de fajas se adaptó a la superficie del proyecto.

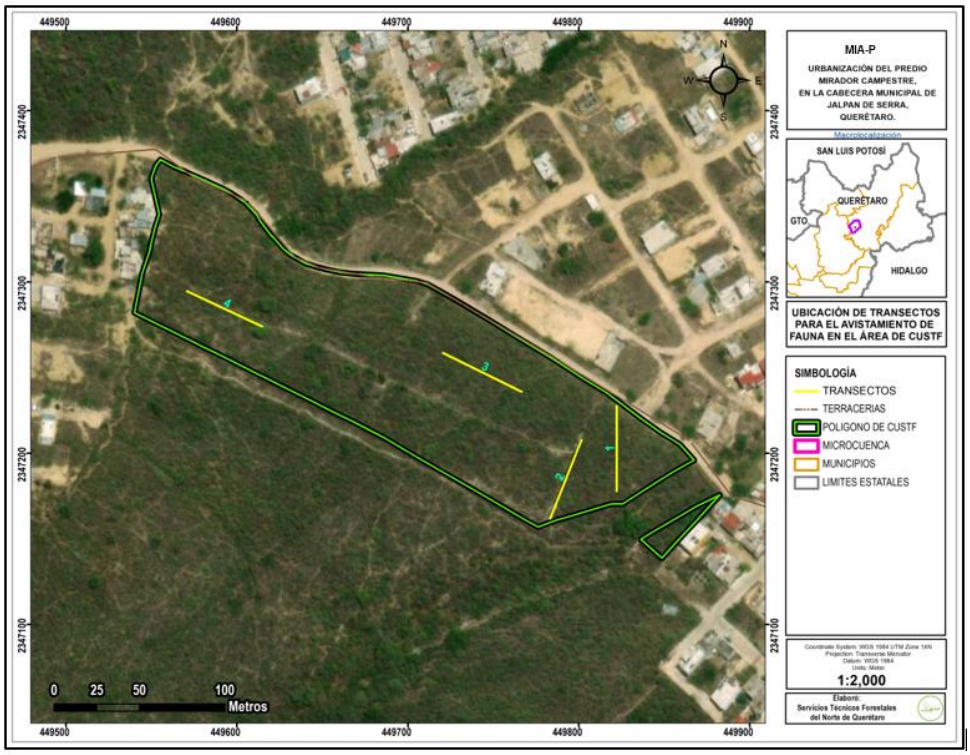



Ilustración 93 Ubicación de los transectos 1-5 dentro del área de CUSTF.

*Tabla 159. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna, establecidos en el área de CUSTF.*

| No. de Transecto | Longitud (m) | Ancho (m) | Coordenadas UTM WGS84 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Vértice | X | Y | |
| 1 | 50 | 5 | 1 | 449,822 | 2,347,178 | INICIO |
| | | | 2 | 449,822 | 2,347,228 | FIN |
| 2 | 50 | 5 | 1 | 449,783 | 2,347,162 | INICIO |
| | | | 2 | 449,802 | 2,347,208 | FIN |
| 3 | 50 | 5 | 1 | 449,721 | 2,347,259 | INICIO |
| | | | 2 | 449,766 | 2,347,236 | FIN |
| 4 | 50 | 5 | 1 | 449,571 | 2,347,295 | INICIO |
| | | | 2 | 449,615 | 2,347,274 | FIN |

**Trampas:** Muchos de los métodos empleados para la realización de inventarios y estimaciones de abundancias y densidades de aves y mamíferos requieren que los organismos sean capturados (Bibby et al., 1992; Wemmer et al., 1996). Son la herramienta básica más eficaz para la captura y registro de la diversidad de mamíferos terrestres. Su efectividad depende del comportamiento de los animales, las condiciones climáticas, la topografía, el tipo de trampa y la experiencia del profesional que realice el inventario. El uso de las técnicas de captura es más adecuado para animales de tamaño mediano a pequeño, ya que al ser mayor el tamaño del animal, la captura de éstos se hace más difícil, por lo que para animales de tallas grandes es más recomendable realizar observaciones directas o indirectas. Para estimar la abundancia de la población a estudiar, el empleo de esta técnica requiere, la mayoría de las veces, del marcaje de los organismos, para lo que es necesario tener conocimientos sobre la biología, ecología y conducta de la especie a estudiar, ya que la probabilidad de captura es una de las variables que pueden sesgar las estimaciones. Para emplear alguna de las técnicas de captura es necesario considerar:

- El equipo y dispositivos disponibles para la captura;
- El cebo o atrayente;
- El arreglo espacial de las trampas;
- Los períodos de captura; y
- Las técnicas de manejo de los animales al capturarlos.

**Tipo de trampas:** Dependiendo del tipo de trampa, existen aquellas que involucran el uso o no de cebos. Los cebos actúan como atrayentes, el éxito de captura está relacionado a los olores atractivos que proporciona el cebo y se elaboran con base a diversos ingredientes. Sin embargo, la elección final del tipo de cebo va depender de la experiencia del evaluador y su conocimiento sobre los hábitos alimenticios del grupo a inventariar. El cebo se debe cambiar diariamente durante el tiempo que la trampa se mantenga instalada; pudiendo ser necesario, según sea el caso, volver a cebar debido a factores externos que puedan inutilizar el cebo, como lluvias intensas o insectos.

**Caja.** Sherman®, Tomahawk®. Se utilizan para capturar al animal sin lastimarlo, son rectangulares, con entradas en uno o ambos extremos o en la parte superior. Dentro de la trampa se encuentra una plataforma que, al ser presionada por el peso del animal, activa el dispositivo que cierra las entradas. Los tamaños de las trampas varían de acuerdo con el tamaño de la especie que se desee capturar, pueden ser o no plegables. Estas trampas son frecuentemente utilizadas en los métodos de captura-recaptura.

Se colocaron trampas Sherman y Thomahawk, distribuidas tanto en el predio (polígono de CUSTF) como en su área de influencia (región ecológica), donde se observó conforme a la aparición de veredas, que son usadas como rutas de migración de fauna, preferentemente en los escurrimientos y sitios con cobertura forestal.

## Microcuenca

Se colocaron 6 trampas Sherman y 6 Trampas Thomahawk en diferentes sitios dentro de la cuenca (12 sitios de muestreo con trampas en total), donde se observó conforme a la aparición de huellas, que son usados como rutas de migración de fauna, preferentemente en los escurrimientos y sitios con cobertura forestal. Se utilizó atún y fruta como atrayente. Fueron colocadas al atardecer y se revisaron al amanecer. Los animales capturados después de identificarse y fotografiarse, son liberados.

*Tabla 160. Coordenadas de las trampas establecidas en la microcuenca*

| Tipo de trampa | | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|---|
| | No. | X | Y |
| Trampa Tomahawk | 1 | 449,855 | 2,347,190 |
| Trampa Tomahawk | 2 | 449,804 | 2,347,180 |
| Trampa Tomahawk | 3 | 449,780 | 2,347,240 |
| Trampa Tomahawk | 4 | 449,702 | 2,347,220 |
| Trampa Tomahawk | 5 | 449,632 | 2,347,300 |
| Trampa Tomahawk | 6 | 449,576 | 2,347,310 |
| Trampas Sherman | 1 | 449,614 | 2,347,260 |
| Trampas Sherman | 2 | 449,664 | 2,347,240 |
| Trampas Sherman | 3 | 449,680 | 2,347,290 |
| Trampas Sherman | 4 | 449,719 | 2,347,250 |
| Trampas Sherman | 5 | 449,748 | 2,347,200 |
| Trampas Sherman | 6 | 449,823 | 2,347,200 |

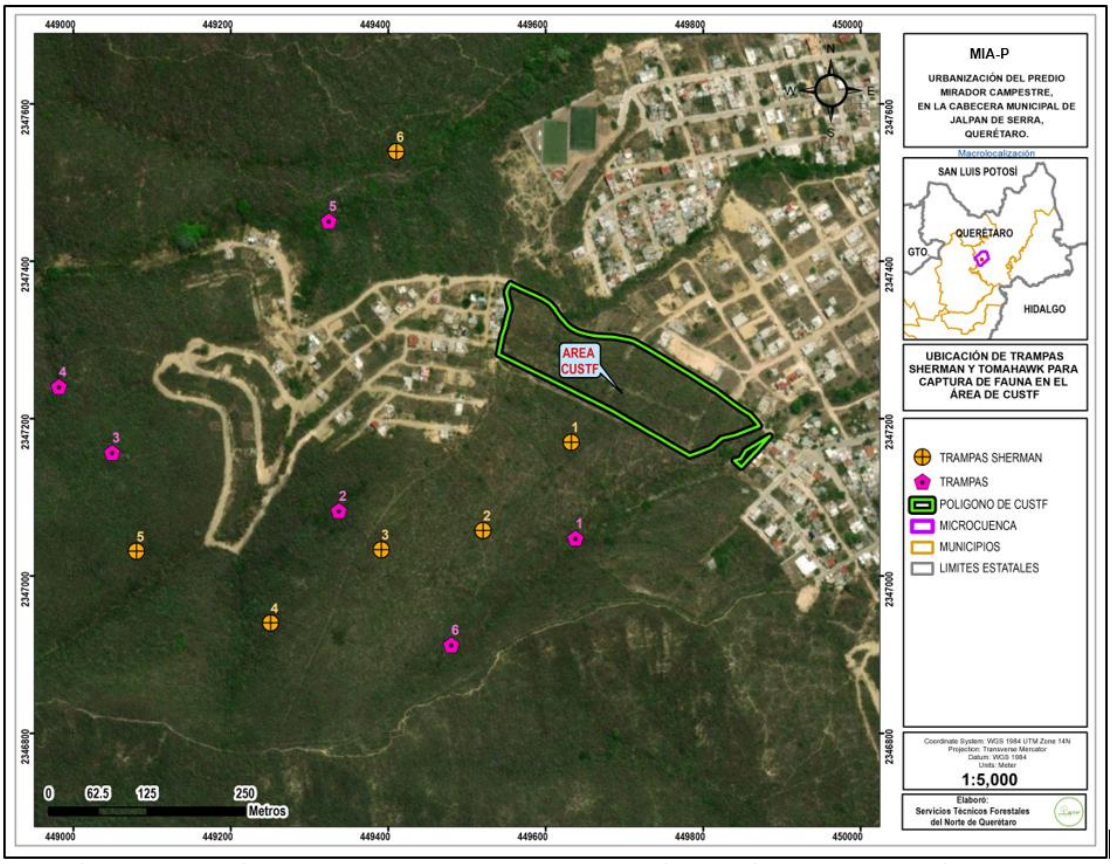


Ilustración 94 Ubicación de las trampas dentro de la Región Ecológica, fuera del área de CUSTF.

## Superficie del proyecto

Para las áreas de CUSTF Se colocaron 6 trampas Sherman en sitios de muestreo y 6 Trampas Thomahawk, donde se observó conforme a la aparición de huellas, que son usados como rutas de migración de fauna, preferentemente en los escurrimientos y sitios con cobertura forestal. Se utilizó atún como atrayente. Fueron colocadas al atardecer y se revisaron al amanecer. Los animales capturados después de identificarlos y fotografiarlos, fueron liberados.

*Tabla 161. Coordenadas de ubicación de las trampas establecidas en el Área de CUSTF.*

| Tipo de trampa | | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|---|
| | No. | X | Y |
| Trampa Tomahawk | 1 | 449,855 | 2,347,190 |
| Trampa Tomahawk | 2 | 449,804 | 2,347,180 |
| Trampa Tomahawk | 3 | 449,780 | 2,347,240 |
| Trampa Tomahawk | 4 | 449,702 | 2,347,220 |
| Trampa Tomahawk | 5 | 449,632 | 2,347,300 |
| Trampa Tomahawk | 6 | 449,576 | 2,347,310 |
| Trampas Sherman | 1 | 449,614 | 2,347,260 |
| Trampas Sherman | 2 | 449,664 | 2,347,240 |
| Trampas Sherman | 3 | 449,680 | 2,347,290 |

| Tipo de trampa | | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|---|
| | No. | X | Y |
| Trampas Sherman | 4 | 449,719 | 2,347,250 |
| Trampas Sherman | 5 | 449,748 | 2,347,200 |
| Trampas Sherman | 6 | 449,823 | 2,347,200 |

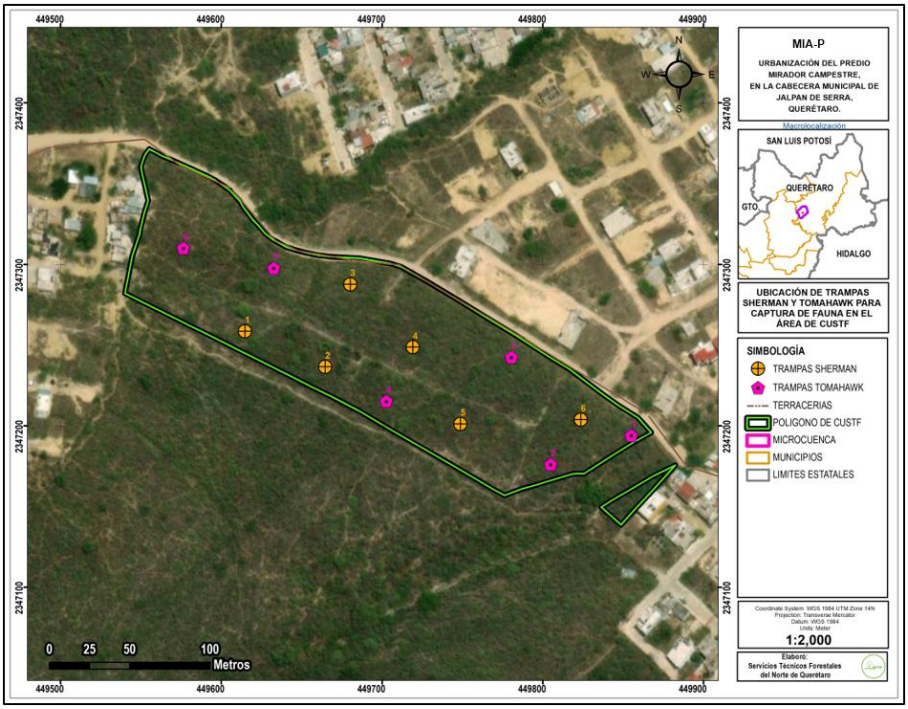


Ilustración 95 Ubicación de trampas Sherman (1-6) y Tomahawk (1-6) dentro del área de CUSTF.

- *Muestreo de aves*

**Recuentos en punto o puntos de reconteo para aves:** El objetivo de esta metodología es contar a los individuos una sola vez; y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres[13]. Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats.

Los puntos de conteo requieren que el observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente[14]. El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente[15]. Los puntos pueden seleccionarse al

[13] Reynolds et al., 1980, Bibby et al., 1992, Ralph et al., 1996 citado por F. González G. 2011.
[14] Chávez–León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011.
[15] Alldredge et al., 2007a, Simons et al., 2007

azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de transectos. Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos:

a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan,

b) Las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas,

c) Las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo[16]

## Microcuenca

Se establecieron 7 puntos de observación. En cada punto de conteo se hizo un censo de las aves, durante 20 minutos; registrando todas aquellas especies que se encontraban en un rango visible y auditivo. Su ubicación se representa en la imagen junto con la ubicación de las redes de niebla.

*Tabla 162 Ubicación de los puntos de observación de aves en la microcuenca*

| Puntos de observación de aves | | |
|---|---|---|
| **Punto** | **X** | **Y** |
| 1 | 449761 | 2347000 |
| 2 | 449065 | 2346910 |
| 3 | 449405 | 2346950 |
| 4 | 448949 | 2347090 |
| 5 | 449144 | 2347600 |
| 6 | 448919 | 2347530 |
| 7 | 449507 | 2347490 |

## Superficie del proyecto

En cada punto de conteo se hizo un censo visual y auditivo de aves durante 20 minutos registrando todas aquellas especies que se encontraban en un rango visible y auditivo.

*Tabla 163. Ubicación de los puntos de observación de aves.*

| Puntos de observación de aves | | |
|---|---|---|
| **Punto** | **X** | **Y** |
| 1 | 449,826 | 2,347,190 |
| 2 | 449,731 | 2,347,200 |
| 3 | 449,751 | 2,347,250 |
| 4 | 449,691 | 2,347,230 |
| 5 | 449,660 | 2,347,280 |
| 6 | 449,601 | 2,347,270 |
| 7 | 449,596 | 2,347,310 |

**Redes de niebla:** Este método es útil para obtener información de la biología de las especies, se puede considerar como complementaria para el inventario y para

[16] Hutto et al., 1986, Bibby et al., 1992 citado por F. González G. 2011.

obtener información adicional de las aves (muda, peso, condición del plumaje, parásitos externos, sexo, entre otros). La proporción de machos y hembras es un dato que puede ser utilizado para determinar el índice de sobrevivencia diferencial entre los dos sexos, así como la capacidad de crecimiento de la población. El peso del ave puede proporcionar una medida de la adecuación del individuo cuando se compara con otras medidas como la longitud alar. Por las dimensiones del proyecto se emplearon redes de niebla de 6 y 12 metros de largo por 2 metros de ancho, con luz de malla de 30 mm. La revisión de las redes se recomienda realizarla cada 45 min., y con temperaturas bajas o altas las aves no deben permanecer en las redes más de 15 minutos, en climas más extremos es preferible evitar utilizar las redes.

**Microcuenca**

Se colocaron redes de niebla en 3 sitios al interior de la microcuenca en torno a la superficie del proyecto, considerando lugares representativos de topografía y condición de la vegetación e impacto en la zona. Se organizaron en series, a distancias variables durante el intervalo de tres días, por la mañana y por la tarde, Estas fueron instaladas entre las 5:30 y 6:00 horas (por la mañana) y 17:30 y 18:00 horas (por la tarde-noche), para capturar aquellas especies que inician su actividad antes de la puesta de sol, en ambos horarios se revisaron constantemente para evitar daños a la fauna capturada.

Se efectuó el manejo de las redes, la captura, la toma de información y fotografía (para su posterior identificación), e inmediatamente la liberación del ejemplar.

*Tabla 164. Ubicación de las redes de niebla dentro de la microcuenca*

| Red de Niebla | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|
| | X | Y |
| 1 | 449778 | 2347050 |
| 2 | 449162 | 2346980 |
| 3 | 449268 | 2347590 |

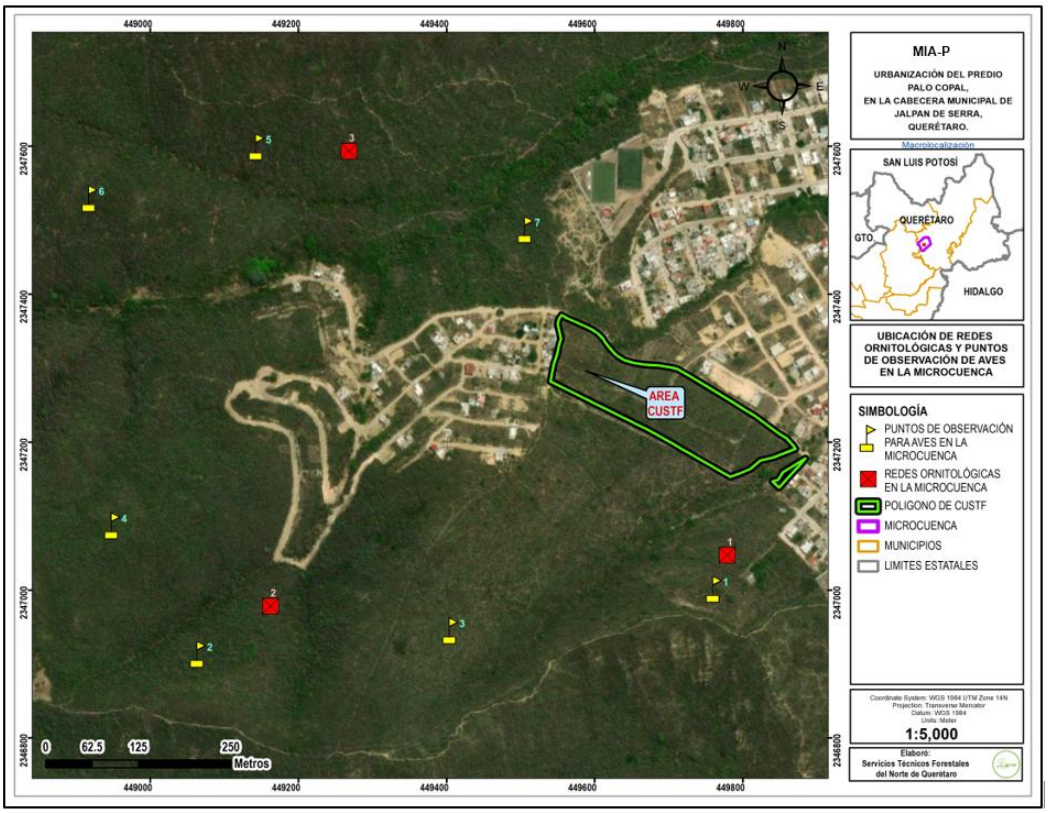



Ilustración 96 Ubicación de los puntos de observación de aves y redes de niebla en elRE, fuera del área de CUSTF.

## Superficie del proyecto

Se emplearon redes de niebla de 6 y 12 metros de largo por 2 metros de ancho, con luz de malla de 30 mm; se organizaron en series, durante el intervalo de tres días, por la mañana y por la tarde, se colocaron 3 sitios con redes de niebla en el interior de las áreas de CUSTF a distancias variables. Estas fueron instaladas entre las 5:30 y 6:00 horas (por la mañana) y 17:30 y 18:00 horas (por la tarde-noche), para capturar aquellas especies que inician su actividad antes de la puesta de sol, en ambos horarios se revisaron constantemente para evitar daños a las aves capturadas. Se efectuó el manejo de las redes, la captura, la toma de información y fotografía (para su posterior identificación), e inmediatamente la liberación del ejemplar.

*Tabla 165. Ubicación de las redes ornitológicas.*

| Red de Niebla | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|
| | X | Y |
| 1 | 449778 | 2347050 |
| 2 | 449162 | 2346980 |
| 3 | 449268 | 2347590 |

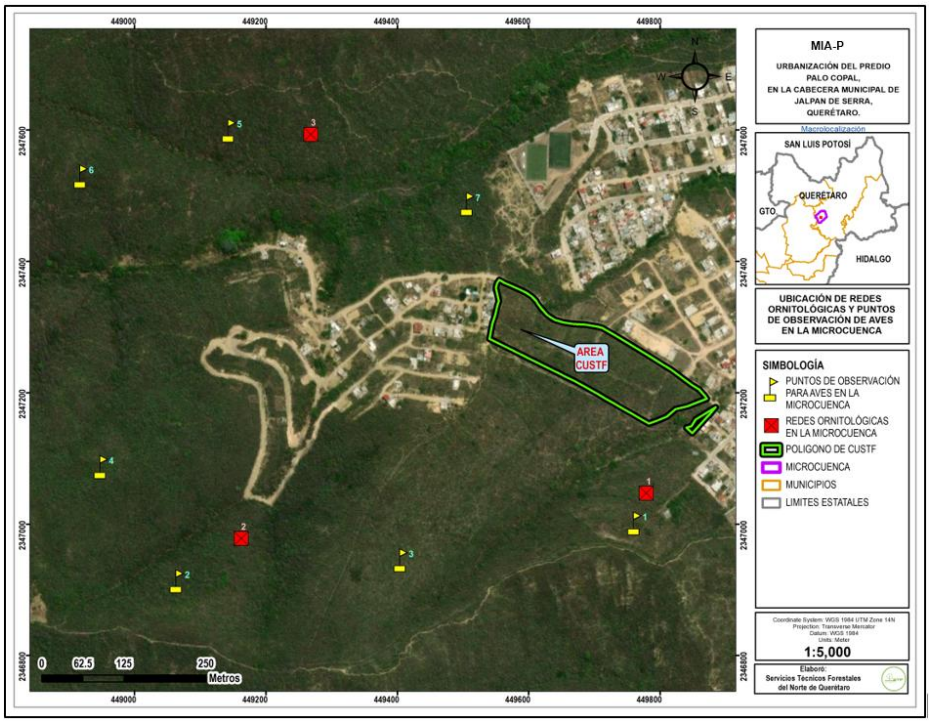



Ilustración 97 Ubicación de los puntos de conteo para aves 1-7 y redes de niebla 1-3 dentro del área de CUSTF.

La fauna silvestre que se encuentra en la Región Ecológica (microcuenca) guarda relativamente mejores condiciones al estar alejado de las poblaciones humanas, se sabe que al interior de la misma la intensidad de la perturbación generada por las actividades antropogénicas es menor, donde la mayoría de las actividades se encuentran condicionadas, esta situación favorece en gran medida la conservación de la fauna silvestre. La importancia de la fauna dentro de la cuenca radica en mantener un equilibrio ecológico al controlar los organismos como las plagas.

Cada una de las especies de fauna silvestre es de suma importancia al tener una función en la cadena alimenticia, hace posible la dispersión de semillas y el equilibrio ecológico dentro del ecosistema. En la microcuenca las especies de fauna silvestre consiguen mejores condiciones, existe una diversidad de especies y presentan poblaciones considerables debido principalmente a la densidad de cobertura forestal, que les permite tener sitios para su desarrollo y reproducción.

- *Resultados del inventario en las áreas de estudio.*

*Tabla 166 Listado de fauna silvestre observada en la microcuenca*

| Grupo | No. | Nombre común | Nombre científico | Endemismo | Estatus NOM-059 | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aves | 1 | Colorín morado | *Passerina versicolor* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 2 | Mosquerito barranqueño | *Empidonax occidentalis* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 3 | Tortolita mexicana | *Columbina inca* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 4 | Zorzal pardo | *Turdus grayi* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 5 | Colibrí piquiancho | *Cynanthus latirostris* | No endémica | No enlistada | No enlistada |

| Grupo | No. | Nombre común | Nombre científico | Endemismo | Estatus NOM-059 | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | Luis bienteveo | *Pitangus sulphuratus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 7 | Papamoscas tropical | *Contopus cinereus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 8 | Zopilote | *Coragyps atratus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 9 | Paloma de ala blanca | *Zenaida asiatica* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 10 | Salta pared moteado | *Pheugopedius maculipectus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 11 | Reinita roquera | *Basileuterus lachrymosus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 12 | Mosquerito chillón | *Camptostoma imberbe* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 13 | Salta pared cola larga | *Tryomanes bewickii* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 14 | Chivirin moteado | *Thryothorus maculipectus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 15 | Copeton cenizo | *Myarchus cinerascens* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| Mamíferos | 1 | Conejo | *Sylvilagus floridanus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 2 | Tlacuache común | *Didelphis marsupialis* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 3 | Zorra gris | *Urocyon cinereoargenteus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 4 | Ratón de campo | *Baiomys taylori* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 5 | Venado | *Odocoileus virginianus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| Reptiles | 1 | Lagartija espinosa llanera | *Sceloporus aeneus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 2 | Huico de pastizal | *Aspidoscelis uniparens* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 3 | Lagartija vientre rosado | *Sceleporus variabilis* | No endémica | No enlistada | No enlistada |

*Tabla 167. Listado de fauna silvestre observada en el área de CUSTF.*

| Grupo | No. | Nombre común | Nombre científico | Endemismo | Estatus NOM-059 | CITES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aves | 1 | Salta pared moteado | *Pheugopedius maculipectus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 2 | Reinita roquera | *Basileuterus lachrymosus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 3 | Colorín morado | *Passerina versicolor* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 4 | Tortolita mexicana | *Columbina inca* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 5 | Zorzal pardo | *Turdus grayi* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 6 | Paloma de ala blanca | *Zenaida asiatica* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| Mamíferos | 1 | Ratón de campo | *Baiomys taylori* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| | 2 | Conejo | *Sylvilagus floridanus* | No endémica | No enlistada | No enlistada |
| Reptiles | 1 | Huico de pastizal | *Aspidoscelis uniparens* | No endémica | No enlistada | No enlistada |

La "**Abundancia relativa**" se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:
Ar =Abundancia relativa
Ax = Número total de individuos de la especie x
$A_{total}$ = Número total de individuos de todas las especies

## Microcuenca

A continuación, se presenta la abundancia relativa de las especies del grupo de aves, de acuerdo al número de individuos observados en cada uno de los puntos de observación (PO 1-PO 7) y redes de niebla (R1-R3) en la unidad de análisis.

*Tabla 168. Abundancia y abundancia relativa de las especies de aves en la Microcuenca*

| No | Nombre común | Nombre científico | Puntos de observación | | | | | Redes niebla | | | | | Abundancia | Abundancia relativa % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | Colorín morado | *Passerina versicolor* | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | 7 | 8.24 |
| 2 | Mosquerito barranqueño | *Empidonax occidentalis* | 2 | | 1 | | | | 1 | | | | 4 | 4.71 |
| 3 | Tortolita mexicana | *Columbina inca* | 1 | 2 | | 1 | | 2 | | | | | 6 | 7.06 |
| 4 | Zorzal pardo | *Turdus grayi* | 2 | 1 | | 1 | 2 | | 2 | 1 | | | 9 | 10.59 |
| 5 | Colibrí piquiancho | *Cynanthus latirostris* | | 1 | | | 1 | | | | | | 2 | 2.35 |
| 6 | Luis bienteveo | *Pitangus sulphuratus* | 2 | 2 | | 1 | | 2 | | | | | 7 | 8.24 |
| 7 | Papamoscas tropical | *Contopus cinereus* | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | 4 | 4.71 |
| 8 | Zopilote | *Coragyps atratus* | | 1 | | | 2 | | | | | | 3 | 3.53 |
| 9 | Paloma de ala blanca | *Zenaida asiatica* | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | 12 | 14.12 |
| 10 | Salta pared moteado | *Pheugopedius maculipectus* | | 2 | | 2 | | 1 | 2 | | | | 7 | 8.24 |
| 11 | Reinita roquera | *Basileuterus lachrymosus* | | 2 | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 6 | 7.06 |
| 12 | Mosquerito chillón | *Camptostoma imberbe* | 2 | 1 | | 2 | | 1 | | | | | 6 | 7.06 |
| 13 | Salta pared cola larga | *Tryomanes bewickii* | | 2 | | | 1 | | | | | | 3 | 3.53 |
| 14 | Chivirin moteado | *Thryothorus maculipectus* | 2 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | 5 | 5.88 |
| 15 | Copeton cenizo | *Myarchus cinerascens* | | 2 | | | | | 2 | | | | 4 | 4.71 |
| | | | | | | | | | | | | | 85 | 100 |

*Tabla 169. Abundancia y abundancia relativa de las especies de mamíferos en la Microcuenca*

| Nombre común | Nombre científico | Método de muestreo | Abundancia | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|
| Conejo | *Sylvilagus floridanus* | Avistamiento directo | 8 | 42.11 |
| Tlacuache común | *Didelphis marsupialis* | Avistamiento directo | 3 | 15.79 |
| Zorra gris | *Urocyon cinereoargenteus* | Avistamiento directo | 2 | 10.53 |
| Ratón de campo | *Baiomys taylori* | Avistamiento directo | 5 | 26.32 |
| Venado | *Odocoileus virginianus* | Avistamiento directo-Avistamiento de excretas | 1 | 5.26 |
| | **Total** | | **19** | **100.00** |

*Tabla 170. Abundancia y abundancia relativa de las especies de reptiles en la Microcuenca*

| Nombre común | Nombre científico | T1 | T2 | T3 | T4 | Abundancia | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lagartija espinosa llanera* | *Sceloporus aeneus* | 1 | | 1 | | 2 | 14.29 |
| *Huico de pastizal* | *Aspidoscelis uniparens* | 1 | 3 | 2 | 3 | 9 | 64.29 |
| *Lagartija vientre rosado* | *Sceleporus variabilis* | | 2 | | 1 | 3 | 21.43 |
| | **Total** | | | | | **14** | **100.00** |

*Tabla 171. Abundancia y abundancia relativa de las especies de anfibios en la Microcuenca*

| Nombre común | Nombre científico | T.1 | T.2 | T.3 | T.4 | T.4 | T.5 | Abundancia | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No se encontraron especies de anfibios | | | | | | | | | |

De acuerdo con la información de campo, el grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de **15 especies** observadas en la microcuenca, mientras que la menor riqueza encontrada son el grupo de los reptiles de los cuales se encontró solamente **3 especies** dentro de este tipo de ecosistema. En las aves destaca una mayor abundancia de *Zenaida asiatica* (Paloma de alas blancas), que es una especie con amplia distribución que usa el ecosistema para realizar sus actividades biológicas.

## Superficie del proyecto

*Tabla 172. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de aves en el área de CUSTF.*

| Nombre científico | Punto de observación | | | | | | | Redes de niebla | | | Abundancia | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | | |
| *Pheugopedius maculipectus* | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | 4 | 10.5 |
| *Basileuterus lachrymosus* | 1 | | 1 | | 2 | | 1 | | | | 5 | 13.2 |
| *Passerina versicolor* | | 1 | 2 | | | 2 | 1 | | | 1 | 7 | 18.4 |
| *Columbina inca* | 2 | | 1 | 2 | | 1 | | | | | 6 | 15.8 |
| *Turdus grayi* | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | | | 5 | 13.2 |
| *Zenaida asiatica* | 2 | | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | | | | 11 | 28.9 |
| | | | | | | | | | | | **38** | **100.0** |

*Tabla 173. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el área de CUSTF.*

| Nombre científico | Método de muestreo | Abundancia | Abundancia relativa (%) |
|---|---|---|---|
| *Baiomys taylori* | Avistamiento directo, excretas | 3 | 42.9 |
| *Sylvilagus floridanus* | Avistamiento directo, excretas | 4 | 57.1 |
| **Total** | | **7** | **100.0** |

*Tabla 174. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de reptiles en el área de CUSTF.*

| Nombre científico | T1 | T2 | T3 | T4 | Abundancia | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Aspidoscelis uniparens* | 1 | 1 | 2 | | 4 | 100.0 |
| **Total** | | | | | **4** | **100.0** |

*Tabla 175. Abundancia y Abundancia relativa de las especies de anfibios en el área de CUSTF.*

| Nombre común | Nombre científico | Número de especie | Número de individuos de la especie | abundancia relativa de la especie |
|---|---|---|---|---|
| No se encontraron especies de anfibios durante el muestreo realizado | | | | |
| | | | | |

De acuerdo con la información de campo, el grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de **6 especies** observadas en el área de CUSTF, mientras que la menor riqueza son los reptiles del cual se encontró **1 especie**; por su parte dentro del grupo de anfibios no se encontraron especies durante el inventario faunístico realizado. En las aves destaca una mayor abundancia es la paloma ala blanca, *Zenaida asiática*, que es una especie con amplia distribución, usa el ecosistema para realizar sus actividades biológicas.

### *c) Indicadores de diversidad faunística*

Considerando al término "**Riqueza de fauna**" como el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio. Para la **microcuenca (RE) la riqueza es de 23 especies**, de los cuales el grupo faunístico de aves posee una riqueza de 15, el grupo de mamíferos de 5 y reptiles de 3.

*Tabla 176. Riqueza de especies de fauna muestreada en la superficie del proyecto y región ecológica.*

| Grupo faunístico | Riqueza de especies | |
|---|---|---|
| | Área de CUSTF | Región ecológica |
| Anfibios | 0 | 0 |
| Reptiles | 1 | 3 |
| Aves | 6 | 15 |
| Mamíferos | 2 | 5 |
| **TOTAL** | **9** | **23** |

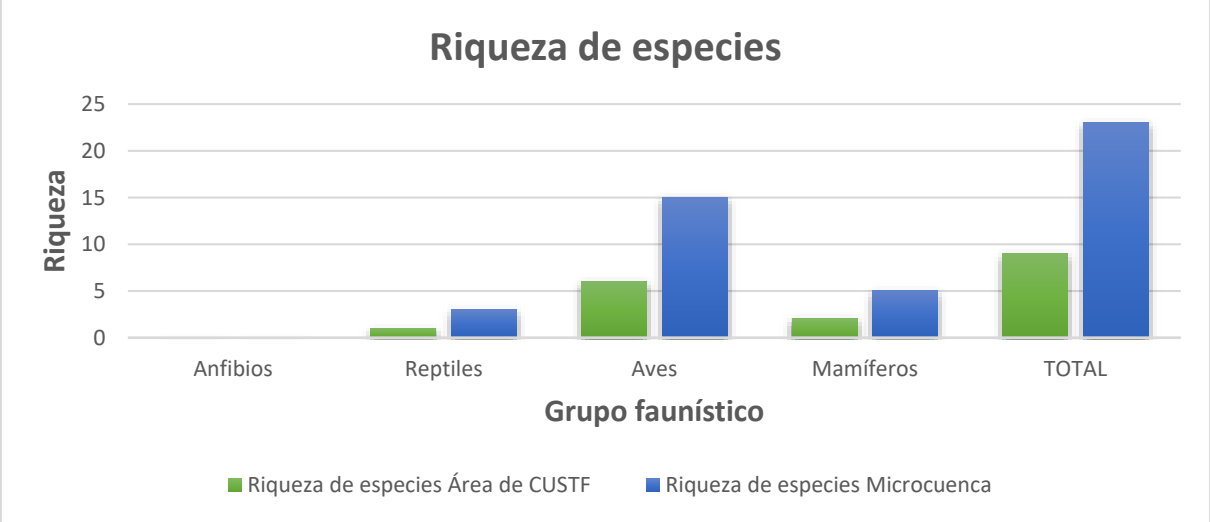



Ilustración 98 Comparativo de la riqueza de especies en ambas unidades de análisis.

En cuestión de riqueza de especies existe más diversidad en la RE, por lo que afectación a la fauna silvestre por las actividades del proyecto se consideran bajas o nulas, puesto que además se implementará un programa de ahuyentamiento de

fauna antes de ejecutar el CUSTF para evitar afectaciones a las especies. Por otra parte, debido a que en la microcuenca existen zonas con mejores condiciones que la superficie de CUSTF, es evidente que la fauna silvestre optará por buscar sitios más conservados y con menos intervención humana.

- *Análisis de la diversidad de fauna (Índice de Diversidad de Shannon-Wienner)*

Los **"índices de biodiversidad"** incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Weaver (H'). Para este caso se utilizó el índice de Shannon-Weaver que utiliza la siguiente expresión para su estimación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} Pi * ln(Pi)$$

Donde:
Pi: es la presencia relativa de la especie i y S el número total de las especies y ln (logaritmo natural).
En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados que se obtuvieron al realizar el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener para los diferentes grupos faunísticos muestreados, tanto en el área de CUSTF como a nivel de Microcuenca.

*Tabla 177. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la fauna silvestre.*

| Estrato | Índice de Biodiversidad | |
|---|---|---|
| | Área del Proyecto | Microcuenca |
| Anfibios | - | --------- |
| Aves | 1.7326 | 2.6148 |
| Mamíferos | 0.6829 | 1.3989 |
| Reptiles | 0.0000 | 0.8921 |

Respecto a la diversidad, se tienen valores más altos en los diferentes grupos faunísticos de la microcuenca, lo cual nos refleja que existen mejores condiciones en la Región Ecológica que propicia la aparición de más ejemplares faunísticos; bajo esta premisa se prevé que con las actividades de cambio de uso de suelo no se afecte la diversidad de fauna silvestre, ya que todas las especies se encuentran bien representadas en la microcuenca.

El grupo taxonómico de fauna con mayor diversidad en el predio son las aves con un valor de 1.7326; por su parte el grupo menos diverso es el de los reptiles con 0.0000. En la superficie estudiada de la Región Ecológica el taxa más diverso es también el de aves con un valor 2.6148, mientras que el de los reptiles es el menos diverso con un valor de 0.8921.




Ilustración 99 Valores de diversidad por estrato en el predio de CUSTF y en la Microcuenca.

Para **el caso particular del área de CUSTF** el comparativo de los índices de diversidad con la diversidad máxima encontrados, indican que los tres grupos de fauna analizados, están lejos de alcanzar la diversidad máxima calculada, lo cual señala el reducido potencial del sitio para el desarrollo de especies de fauna silvestre, por sus condiciones físicas y presiones por actividades antropogénicas; en tanto que el grupo de aves es quien presenta el índice de diversidad más alto y por tanto más diverso.

El grupo de reptiles con la presencia de 1 especie, señala que su distribución es muy dispersa y poco abundante.

*Tabla 178. Riqueza y biodiversidad de fauna en el área del proyecto.*

| Taxa | Riqueza | Índice de Biodiversidad de Shannon | |
|---|---|---|---|
| | | H' | H' Max |
| Anfibios | 0 | - | - |
| Aves | 6 | 1.7326 | 1.7918 |
| Mamíferos | 2 | 0.6829 | 0.6931 |
| Reptiles | 1 | 0.0000 | 0.0000 |
| **Total** | **9** | | |

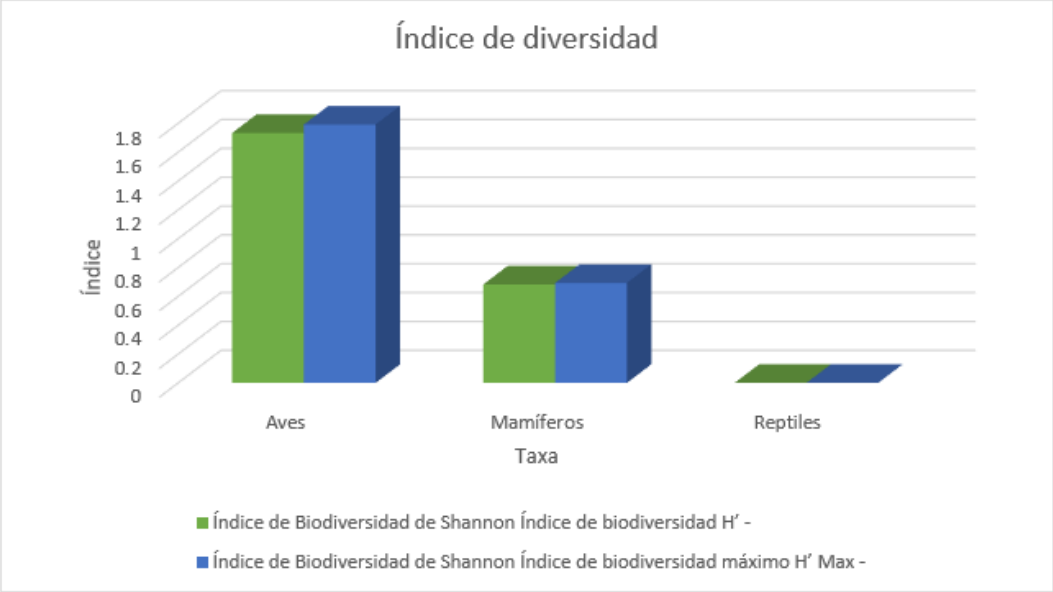



Ilustración 100 Gráfico del índice de biodiversidad de Shannon por estrato en el área de CUSTF.

Los índices de biodiversidad del sitio del proyecto muestran, por el número de especies presentes, que se encuentra en un estado de regular conservación, fragmentado y que, de acuerdo a los diferentes análisis y recorridos de campo, en el área del proyecto se tienen **procesos de perturbación** derivados de la cercanía con la mancha urbana, áreas de pastoreo, veredas, caminos y carreteras.

En la siguiente tabla se muestra el valor del índice de diversidad de Shannon-Wienner para cada especie, en los tres estratos evaluados.

*Tabla 179. Índice de diversidad por especie y por cada grupo de fauna silvestre encontrado.*

| Especie | Área de CUSTF | | | Microcuenca | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pi | LnPi | Pi*LnPi | Pi | LnPi | Pi*LnPi |
| **MAMÍFEROS** | | | | | | |
| *Sylvilagus floridanus* | 0.5714 | -0.5596 | 0.3198 | 0.4211 | -0.8650 | 0.3642 |
| *Didelphis marsupialis* | | | | 0.1579 | -1.8458 | 0.2914 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | | | | 0.1053 | -2.2513 | 0.2370 |
| *Baiomys taylori* | 0.4286 | -0.8473 | 0.3631 | 0.2632 | -1.3350 | 0.3513 |
| *Odocoileus virginianus* | | | | 0.0526 | -2.9444 | 0.1550 |
| **Total** | **1.0000** | **-1.4069** | **0.6829** | **1.0000** | **-9.2416** | **1.3989** |
| **Índice de Diversidad Máxima (H' Max)** | | | **0.6931** | | | **1.6094** |
| **Índice de Equitatividad de Pielou (J')** | | | **0.9852** | | | **0.8692** |
| **AVES** | | | | | | |
| *Passerina versicolor* | 0.1842 | -1.6917 | 0.3116 | 0.0824 | -2.4967 | 0.2056 |
| *Empidonax occidentalis* | | | | 0.0471 | -3.0564 | 0.1438 |
| *Columbina inca* | 0.1579 | -1.8458 | 0.2914 | 0.0706 | -2.6509 | 0.1871 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Turdus grayi* | 0.1316 | -2.0281 | 0.2669 | 0.1059 | -2.2454 | 0.2378 |
| *Cynanthus latirostris* | | | | 0.0235 | -3.7495 | 0.0882 |
| *Pitangus sulphuratus* | | | | 0.0824 | -2.4967 | 0.2056 |
| *Contopus cinereus* | | | | 0.0471 | -3.0564 | 0.1438 |
| *Coragyps atratus* | | | | 0.0353 | -3.3440 | 0.1180 |
| *Zenaida asiatica* | 0.2895 | -1.2397 | 0.3589 | 0.1412 | -1.9577 | 0.2764 |
| *Pheugopedius maculipectus* | 0.1053 | -2.2513 | 0.2370 | 0.0824 | -2.4967 | 0.2056 |
| *Basileuterus lachrymosus* | 0.1316 | -2.0281 | 0.2669 | 0.0706 | -2.6509 | 0.1871 |
| *Camptostoma imberbe* | | | | 0.0706 | -2.6509 | 0.1871 |
| *Tryomanes bewickii* | | | | 0.0353 | -3.3440 | 0.1180 |
| *Thryothorus maculipectus* | | | | 0.0588 | -2.8332 | 0.1667 |
| *Myarchus cinerascens* | | | | 0.0471 | -3.0564 | 0.1438 |
| **Total** | **1.0000** | **-11.0848** | **1.7326** | **1.0000** | **-42.0859** | **2.6148** |
| **Índice de Diversidad Máxima (H' Max)** | | | **1.7918** | | | **2.7081** |
| **Índice de Equitatividad de Pielou (J')** | | | **0.9670** | | | **0.9656** |
| **REPTILES** | | | | | | |
| *Sceloporus aeneus* | | | | 0.1429 | -1.9459 | 0.2780 |
| *Aspidoscelis uniparens* | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.6429 | -0.4418 | 0.2840 |
| *Sceleporus variabilis* | | | | 0.2143 | -1.5404 | 0.3301 |
| **Total** | **1.0000** | **0.0000** | **0.0000** | **1.0000** | **-3.3528** | **0.8921** |
| **Índice de Diversidad Máxima (H' Max)** | | | **0.0000** | | | **1.0986** |
| **Índice de Equitatividad de Pielou (J')** | | | **0.0000** | | | **0.8120** |

Como se observa en la tabla, en cuestión de ausencia presencia, todas las especies de fauna silvestre reportadas en el área de CUSTF también se encuentran presentes en la microcuenca, con más abundancia y más riqueza de especifica en cada grupo faunístico. En este sentido, se confirma que no se afectará la riqueza ni abundancia de fauna con la remoción de vegetación en la superficie del proyecto, y que como medida de prevención se implementará un programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio del desmonte y en caso de ser necesario se ejecutará el rescate de ejemplares de lento desplazamiento, para ser liberados en áreas mejor conservadas dentro de la Región Ecológica.

***d) Estado de conservación y riesgo de las especies de fauna presentes en la zona de estudio***

De la fauna registrada durante el inventario en la superficie del predio y su zona de influencia directa (SA); **No se encontró especie alguna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, deduciendo que de acuerdo con las características del sitio solo se constituye en una ruta de paso para las especies faunísticas adaptadas al disturbio y que se benefician de las actividades humanas.

*Tabla 180 Especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

| **Especies identificadas en campo6 endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Componente** | **Nombre científico** | **Nombre común** | **Categoría de riesgo** | **Endémica (Sí/No)** | **Número de individuos** | **Presencia7** | | |
| | | | | | | **AP** | **AI** | **RE** |
| **Fauna** | No se encontró ninguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | | | | | | | |

Por lo tanto, se descarta la posibilidad de afectación directa a las especies en algún estatus de conservación; sin embargo, **se llevará a cabo un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** y especial atención a los organismos que se encuentren listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y **medidas adicionales como el control de emisiones de ruido y ajuste de jornadas laborales que se describen párrafos subsecuentes**, debido a que se tienen registrados en el PM especies catalogadas, con potencial distribución en la RE.

*Tabla 181. Importancia de las especies de fauna identificadas en la Región Ecológica.*

| **Nombre científico** | **Nombre común** | **Importancia Ecológica** | **Importancia Cinegética** | **Estacionalidad** |
|---|---|---|---|---|
| **Aves** | | | | |
| *Passerina versicolor* | Colorín morado | Dispersión de semillas | No | Residente |
| *Empidonax occidentalis* | Mosquerito barranqueño | Control del insectos | No | Residente |
| *Columbina inca* | Tortolita mexicana | Dispersión de semillas | No | Residente |
| *Turdus grayi* | Zorzal pardo | Dispersión de semillas | No | Residente |
| Cynanthus latirostris | Colibri pico ancho | Polinizador | Si | Residente |
| Pitangus sulphuratus | Luis bienteveo | Control del insectos | No | Residente |
| *Contopus cinereus* | Papamoscas tropical | Dispersión de semillas | No | Residente |
| *Coragyps atratus* | Zopilote | Descomponedores | No | Residente |
| *Zenaida asiatica* | Paloma ala blanca | Dispersión de semillas | Si | Residente |
| *Pheugopedius maculipectus* | Salta pared moteado | Control de insectos | No | Residente |
| *Basileuterus lachrymosus* | Reinita roquera | Control del insectos | No | Residente |
| Camptostoma imberbe | Mosquerito chillón | Dispersión de semillas | No | Residente |
| Tryomanes bewickii | Salta pared cola larga | Control del insectos | No | Residente |
| Thryothorus maculipectus | Chivirin moteado | Control del insectos | No | Residente |
| Myarchus cinerascens | Copeton cenizo | Control del insectos | No | Residente |
| | | **Mamíferos** | | |
| *Sylvilagus floridanus* | Conejo | Alimento de depredadores | Si | Residente |
| *Didelphis marsupialis* | Tlacuache común | Control de plagas | No | Residente |
| *Urocyon cinereoargenteus* | Zorra gris | Control de plagas | Si | Residente |
| *Baiomys taylori* | Ratón de campo | Alimento de depredadores | No | Residente |
| *Odocoileus virginianus* | Venado cola blanca | Cadena alimenticia | Si | Residente |

| Nombre científico | Nombre común | Importancia Ecológica | Importancia Cinegética | Estacionalidad |
|---|---|---|---|---|
| **Aves** | | | | |
| | | **Reptiles** | | |
| *Sceloporus aeneus* | lagartija espinosa llanera | Control de plagas | No | Residente |
| *Cnemidophorus uniparens* | Huico de pastizal | Control de plagas | No | Residente |
| Sceleporus variabilis | Lagartija vientre rosado | Control de plagas | No | Residente |

La mayor importancia de las especies de fauna presentes en la superficie muestreada es la cadena trófica y sólo el 20% de las especies tiene importancia cinegética, la mayoría de las especies son residentes en la Región Ecológica.

***e) Zonas de anidación, refugio o crianza***

La dinámica natural de las comunidades de mamíferos es generalmente crepuscular, sus madrigueras son subterráneas, en el suelo, cavernas y troncos secos básicamente, algunas son arborícolas sobre todo en individuos superiores a los 8 m de altura donde se mantienen a salvo. La avifauna de igual forma es crepuscular; la mayoría de ellas sobrevuela, percha y anida en las ramas de los árboles con mayor altura y las migratorias rodean la Presa Jalpan. Suelen desplazarse desde las áreas arboladas cerradas, ecotonos entre el bosque y pastizales; también se pueden ver en áreas abiertas y algunas especies oportunistas suelen aproximarse a las viviendas y áreas de cultivo en búsqueda de alimento por su gran adaptabilidad a la perturbación de su hábitat.

Las áreas con mayor potencial para el refugio de la fauna silvestre son los cuerpos de agua, los cauces de corrientes, cañadas con pendientes fuertes, localizándose mayormente en la parte alta y con cobertura forestal poco impactada. Si bien, hay áreas con estas características, relativamente cercanas al polígono de CUSTF; se considera que el impacto a la fauna es prevenible y mitigable, puesto que se pretende implementar un programa que en primer término busca el ahuyentamiento de fauna silvestre y en caso necesario implementar el rescate y reubicación de los ejemplares faunísticos de lento desplazamiento. Es por ello que se prevé que las actividades de cambio de uso de suelo no alteren la permanencia ni abundancia de las poblaciones de fauna, toda vez que como se ha mostrado en este apartado, hay zonas de la cuenca hidrográfica mejores conservadas y con mejor potencial para albergar especies.

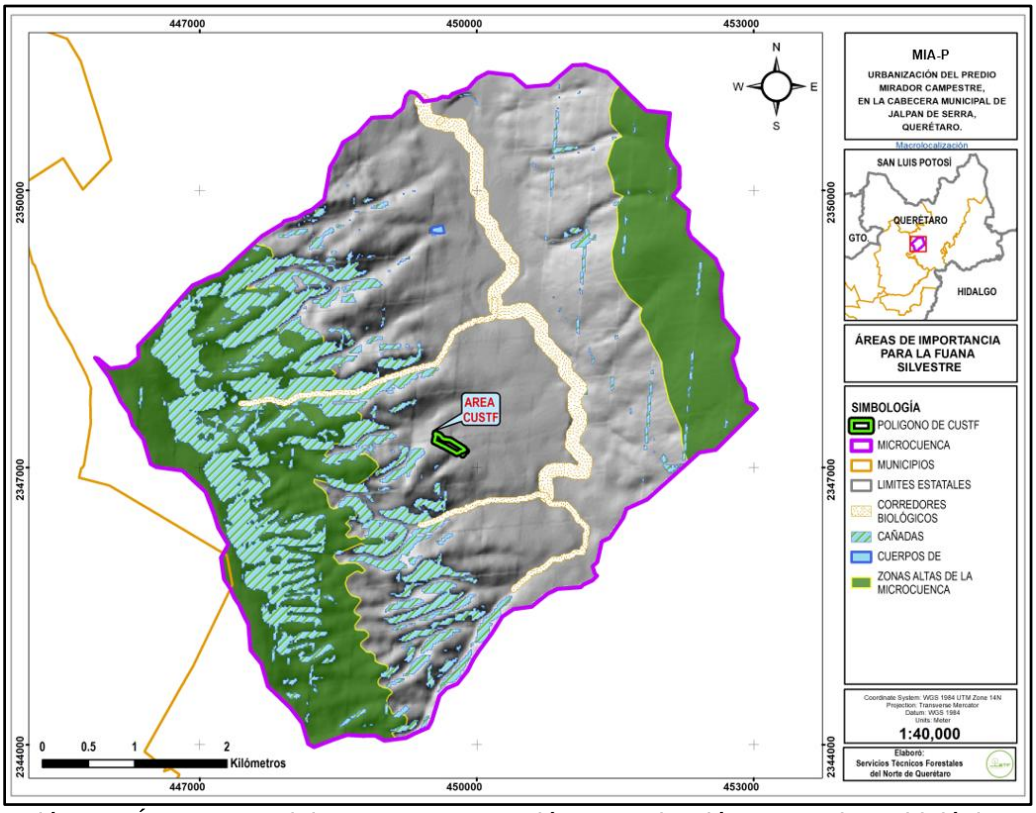


Ilustración 101 Áreas potenciales para congregación, reproducción y corredores biológicos para fauna silvestre.

La alimentación de la fauna consiste en recolección y ramoneo de frutos, flores y follaje de las especies arbustivas y herbáceas básicamente, algunas especies son insectívoras y depredadoras de especies menores, por lo que suelen acercarse a los cuerpos de agua permanentes para alimentarse de otros animales y para beber, sin embargo, también son tolerantes a largos periodos de estiaje.

Se establecieron tres niveles tróficos: productores (vegetación), consumidores de primer orden (organismos herbívoros, granívoros e insectos), consumidores de segundo orden (organismos insectívoros, omnívoros y carnívoros).

La vegetación de la microcuenca es la principal fuente de alimentación de la fauna silvestre independientemente del nivel trófico que ocupen, ya que los consumidores dependen directa o indirectamente de las plantas que ponen a disposición los nutrientes para los demás niveles de la cadena alimenticia.

Los consumidores de primer orden están representados principalmente por aves consumidoras de granos y néctar; así como por mamíferos que consumen directamente la vegetación; este nivel presenta una riqueza de 7 especies.

*Tabla 182. Abundancia, sociabilidad y tipo de alimentación de las especies de fauna registradas.*

| Especie | Nombre común | Abundancia | Sociabilidad | Alimentación |
|---|---|---|---|---|
| **Aves** | | | | |
| *Passerina versicolor* | Colorín morado | Abundante | Gregaria | Granívora |
| *Empidonax occidentalis* | Mosquerito barranqueño | Común | Gregaria | Insectívoro |
| *Columbina inca* | Tortolita mexicana | Común | Gregaria | Granívora |
| *Turdus grayi* | Zorzal pardo | Común | Gregaria | Granívora |
| *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho | Común | Solitarios | Néctar y pequeños insectos |
| *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | Común | Solitaria | Insectívoro |
| *Contopus cinereus* | Papamoscas tropical | Común | Gregaria | Granívora |
| *Coragyps atratus* | Zopilote | Común | Gregaria | Omnívoro |
| *Zenaida asiatica* | Paloma ala blanca | Abundante | Gregaria | Granívora |
| *Pheugopedius maculipectus* | Salta pared moteado | Común | Solitaria | Insectivoro |
| *Basileuterus lachrymosus* | Reinita roquera | Común | Gregaria | Insectívoro |
| *Camptostoma imberbe* | Mosquerito chillón | Común | Solitaria | Insectívoro |
| *Tryomanes bewickii* | Salta pared cola larga | Común | Solitarios | Insectívoro |
| *Thryothorus maculipectus* | Chivirin moteado | Común | Solitaria | Insectívoro |
| *Myarchus cinerascens* | Copeton cenizo | Común | Solitarios | Insectivoro |
| **Mamíferos** | | | | |
| *Sylvilagus floridanus* | *Conejo* | Abundante | Gregaria | Herbívoro |
| *Didelphis marsupialis* | *Tlacuache común* | Común | Gregaria | Omnívoro |
| *Urocyon cinereoargenteus* | *Zorra gris* | Común | Solitario | Carnívoro |
| *Baiomys taylori* | *Ratón de campo* | Común | Gregaria | Omnívoro |
| *Odocoileus virginianus* | *Venado* | Común | Gregaria | Herbívoro |
| **Reptiles** | | | | |
| *Sceloporus aeneus* | *Lagartija espinosa llanera* | Común | Solitario | Insectívoro |
| *Cnemidophorus uniparens* | *Huico de pastizal* | Común | Solitario | Insectívoro |
| *Sceleporus variabilis* | *Lagartija vientre rosado* | Común | Solitario | Insectívoro |

El nivel de los consumidores de segundo orden es el que presenta la mayor riqueza con 15 especies donde se incluyen aves, mamíferos y reptiles con hábitos alimenticios como: insectívoros, omnívoros y carnívoros; los insectívoros son principalmente aves y reptiles, mientras que los omnívoros son mamíferos medianos, los cuales se han adaptado a las fluctuaciones de la disponibilidad de alimentos, por lo que presentan una amplia gama alimenticia adquiriendo su alimento de los gremios de su mismo nivel y de casi todos los gremios de los niveles tróficos inferiores; de los carnívoros representados principalmente por mamíferos medianos se tiene una riqueza de 1 especie.

*Tabla 183. Tipo de desplazamiento de las especies de reptiles en el área estudiada.*

| Clase | Nombre común | Nombre científico | Desplazamiento |
|---|---|---|---|
| Reptilia | Huico de pastizal | *Cnemidophorus uniparens* | Terrestre |
| Reptilia | Lagartija espinosa llanera | *Sceloporus aeneus* | Terrestre |
| Reptilia | Lagartija vientre rosado | *Sceleporus variabilis* | Terrestre |

La microcuenca tiene el 70.84% de su superficie cubierta con vegetación forestal; en total existen 4 ecosistemas forestales, de los cuales todos presentan una fase de vegetación secundaria (arbórea y/o arbustiva), que son entre otros, selva baja

caducifolia, bosque de encino-pino y bosque de encino. En el resto de la superficie de la microcuenca se encuentran áreas agrícolas, asentamientos humanos comunicados por caminos y carreteras, por lo que con el tiempo se ha limitado la presencia de fauna silvestre, migrando a partes más alejadas, con menor actividad antropogénica, como se puede observar en la Ilustración siguiente. Las zonas menos perturbadas y con mayor presencia de fauna potencial son los macizos montañosos y manchones de vegetación y una topografía más accidentada donde se tiene una menor presencia humana.

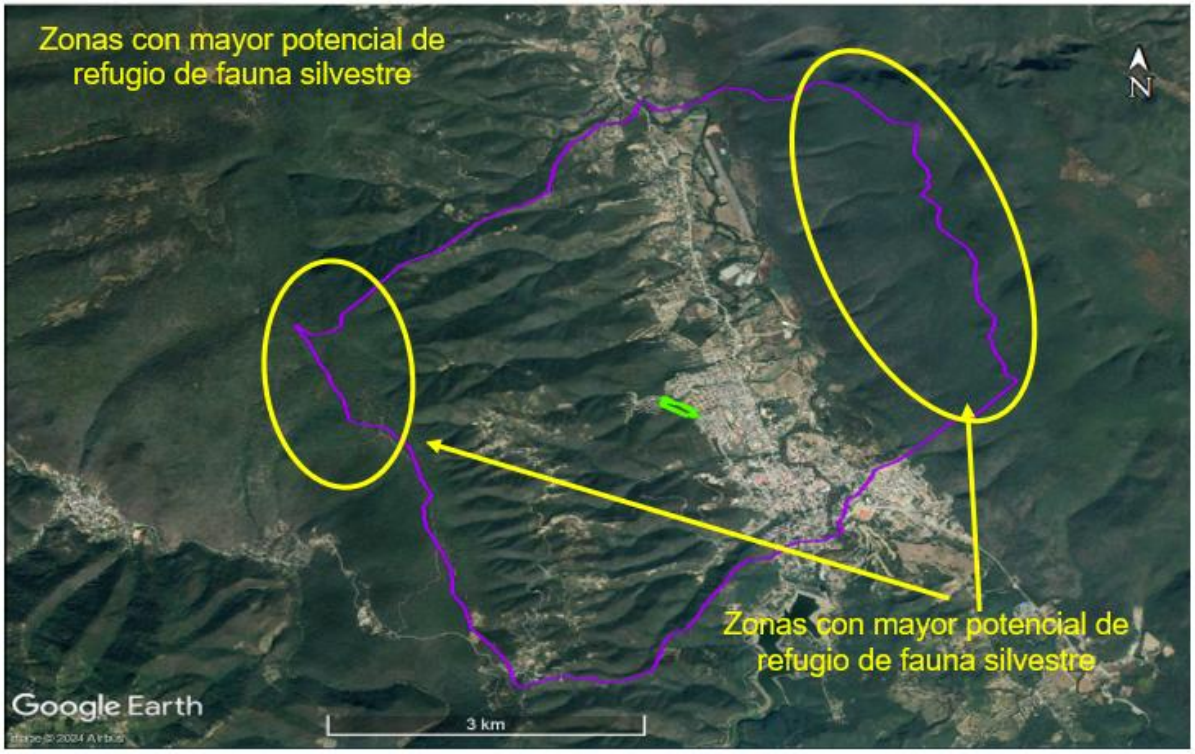



Ilustración 102 Zonas de refugio potenciales para la fauna silvestre en la Región Ecológica.

De esta manera queda demostrado que la ejecución del cambio de uso de suelo no compromete la biodiversidad de la región, además se proponen medidas de mitigación pertinentes para la conservación de fauna de la microcuenca.

El área propuesta para la reubicación de la fauna silvestre (de ser el caso) se encuentra al interior de los límites de la microcuenca y en el mismo tipo de vegetación que será afectado por el cambio de uso de suelo.

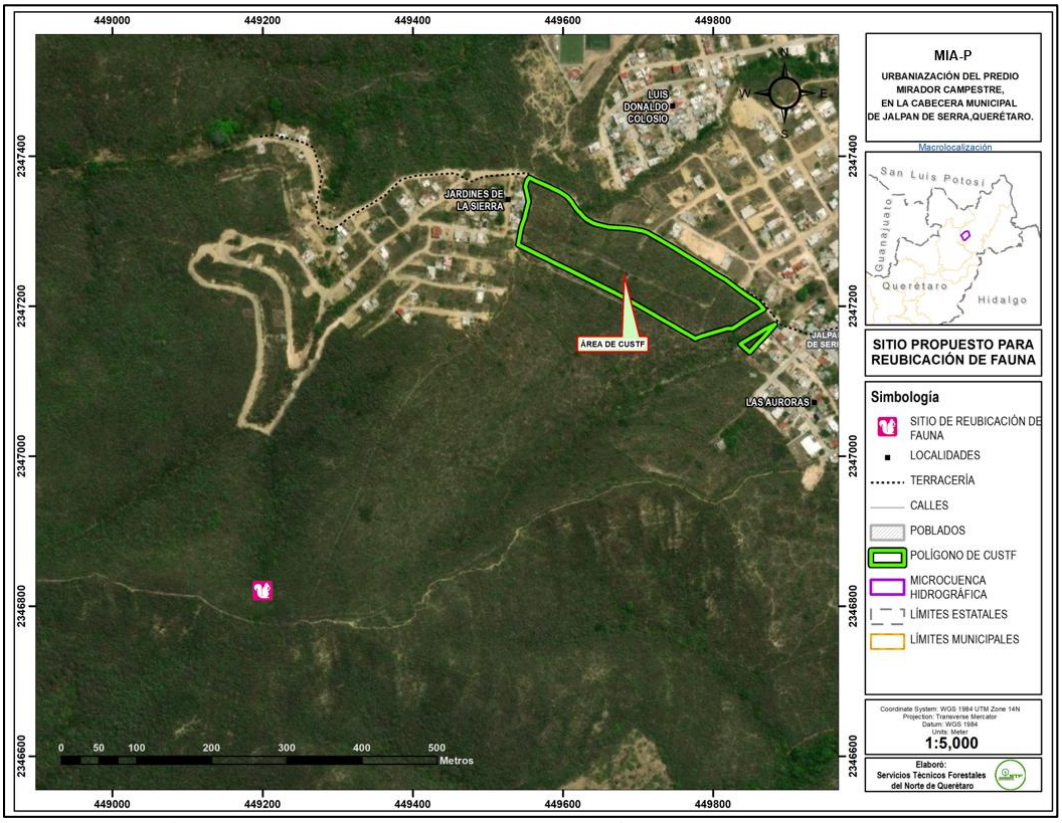



Ilustración 103 Sitio propuesto para la liberación de fauna silvestre rescatada.

*Tabla 184 Coordenadas de los sitios propuestos para reubicación de la fauna silvestre.*

| Datum WGS84 Zona 14N | | | |
|---|---|---|---|
| **Vértice** | **X** | **Y** | **Ubicación** |
| **1** | 448995 | 2347591 | Interior de la Región Ecológica |

Para acceder al punto destinado para la reubicación de fauna silvestre se identificaron veredas que permiten el tránsito peatonal; dichas veredas son preexistentes y se formaron de manera gradual por el paso recurrente de personas y de la fauna presente en el área circundante. Existe una calle de acceso al fraccionamiento con el que colinda la superficie del proyecto, en donde se puede transitar con vehículo y posteriormente el traslado se realizará caminando en las veredas.



Ilustración 104 Ejemplo de veredas que se encuentran al interior del área forestal, por donde se podrá llegar al punto de reubicación de fauna.




Ilustración 105 Rutas para la reubicación de fauna silvestre.

Con base en la experiencia en proyectos de características similares, localizados en zonas próximas a asentamientos humanos, se considera poco probable la captura y reubicación de fauna silvestre dentro del predio. En el caso particular del área de estudio, su cercanía con la mancha urbana, la presencia constante de personas transitando por las veredas forestales, el grado de perturbación del sitio y la presencia de animales domésticos, principalmente perros y gatos provenientes de las colonias colindantes, han propiciado el desplazamiento y alejamiento de la fauna silvestre. Adicionalmente, se implementará un programa de ahuyentamiento, priorizando que, en caso de detectarse algún ejemplar, este se desplace de manera natural fuera del área de intervención.

En caso de presentarse algún ejemplar que no pueda ser ahuyentado, se realizará la captura y el traslado caminando por aprox. 1,000 m. Al momento de transportarlos se debe tener mucho cuidado para evitar que se estresen, algunas recomendaciones son el no permitirles mucha visibilidad de su alrededor, evitar movimientos bruscos, mantener una temperatura estable entre los 24 °C - 28 °C, no realizar mucho ruido durante el transporte, no utilizar aromatizante o perfumes que irriten sus vías respiratorias, entre otros.

En el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre se describe la metodología y en el apartado correspondiente se consideran las medidas de prevención y mitigación para la fauna silvestre.

### III.3.3. ASPECTOS ABIÓTICOS

| **Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica** | |
|---|---|
| **Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto** | |
| **Componentes Abióticos** | **Descripción** |
| **Clima** | La región ecológica se caracteriza predominantemente por un clima templado subhúmedo Aw0(w), en el 67.29 % de la superficie total. La temperatura media anual en el área de estudio es de 23.6 °C. La precipitación media anual varía de 800 mm en la porción central con menor altitud, hasta los 950 mm en el sector poniente, en áreas de mayor elevación. La precipitación estimada es de 800 mm anuales. Se ubica en una zona A de "bajo" peligro por vientos; la dirección predominante del viento en el año es del este, y el grado de riesgo por fenómenos hidrometeorológicos es "bajo" y se encuentra fuera de cualquier área catalogada con un algún grado de índice de vulnerabilidad de inundaciones (CENAPRED). |
| **Geología** | En la RE se encuentran formaciones compuestas de rocas sedimentarias: Calizas, Calizas-lutitas., conglomerados y suelos aluviales en las partes bajas (vega del río Jalpan). Con una superficie de 2,105.73 ha las rocas calizas lutitas del cretácico superior, representan el mayor porcentaje de la RE, se localizan en exposición este y sobre este tipo de formación se localiza la superficie del proyecto. En función de la distancia existente entre el sitio de construcción y las estructuras geológicas identificadas, no se prevé la ocurrencia de afectaciones estructurales que representen riesgo por desplazamientos o procesos de hundimiento. No presenta riesgo alguno por la ocurrencia de sismos. |
| **Geomorfología** | La superficie del proyecto se localiza dentro de la geoforma descrita con Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas. Al interior de la RE el rango de pendientes que domina oscila entre 15-45%. En el área específica del proyecto, las cotas altimétricas oscilan entre 820 y 840 msnm, lo que representa un desnivel aproximado de 20 m y una pendiente media del 26.9 % en la superficie del predio. |
| **Suelo** | Gran parte la RE se encuentra dominada por un suelo Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico, de textura fina y fase física gravosa, (Bk+Lk/3/G) ocupa un 62.44% de la superficie (1,914.93 hectáreas) y toda la superficie del proyecto. La pérdida total promedio de suelo en toneladas por año en la RE se calculó en 101.933 ton/ha/año. En la superficie de CUSTF (2.7316 ha) se tiene una tasa de erosión hídrica de 113.151 ton por hectárea por año, (309.084) en total. |
| **Hidrología** | Los escurrimientos en la RE mayormente son de tipo temporal debido a que solo conducen agua por sus cauces durante la época de lluvias del año; además, debido a las condiciones de pendiente en el relieve, existe un rápido desalojo del gasto que precipita en las laderas de la cuenca. El arroyo que intercepta el predio corresponde a una depresión topográfica como lo establece la CONAGUA. Se encuentra enmarcado por una microcuenca pequeña, pero con alta pendiente. |

Una vez delimitada la Región Ecológica en el que se inserta el polígono propuesto para su urbanización; su caracterización y análisis, con base en la sobre posición con los temas de la cartografía del INEGI, con apoyo del software ArcMap 10.8, AcadMap 3D 2023 y Google Earth pro, se realizaron los recortes empleando la cartografía con coordenadas UTM Datum WGS84 región 14N; se editaron para impresión y se anexan en el apartado correspondiente. Se consideró la descripción y comparación de la bibliografía de apoyo y se realizaron recorridos de campo para valoración y evaluación de la Región Ecológica y la identificación de los impactos que se prevé serán ocasionados por el proyecto. Los datos fueron analizados en gabinete, su corroboración mediante recorridos de campo y la información recabada durante el inventario forestal para la identificación de especies de flora y fauna; se describieron rasgos y elementos del proyecto para la evaluación y valoración de los impactos ambientales, y finalmente la caracterización y análisis de la Región Ecológica por factor y en conjunto con la interacción de las actividades, como se demostrará en el apartado correspondiente.

### *III.3.3.1. Clima*

#### *a) Tipo de clima*

La determinación de los tipos de clima que predominan en la RE se basa en la capa de climas del INEGI, esta capa utiliza la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (1973).

*Tabla 185 Tipos de clima al interior de la Región Ecológica*

| Tipo de clima | Descripción | Superficie (Ha) | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| **Aw0(w)** | *Cálido subhúmedo: con lluvias en verano; temperatura media anual mayor a 22º C y del mes más frío mayor a 18º C; el más seco de los subhúmedos, diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, bajo porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Cociente P/T menor que 43.2 mm/ºC y con poca oscilación térmica (5 a 7º C).* | 1003.30 | 32.71 |
| **(A)C(w0)(w)** | *Semicálido (Templado subhúmedo) con lluvias en verano de por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, con temperatura media anual mayor de 18°C; del mes más frio entre -3 y 18°C y la del mes más caliente mayor de 6.5°C. Cociente P/T menor que 43.2, con porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la anual.* | 2063.69 | 67.29 |
| | | **3066.99** | **100.00** |

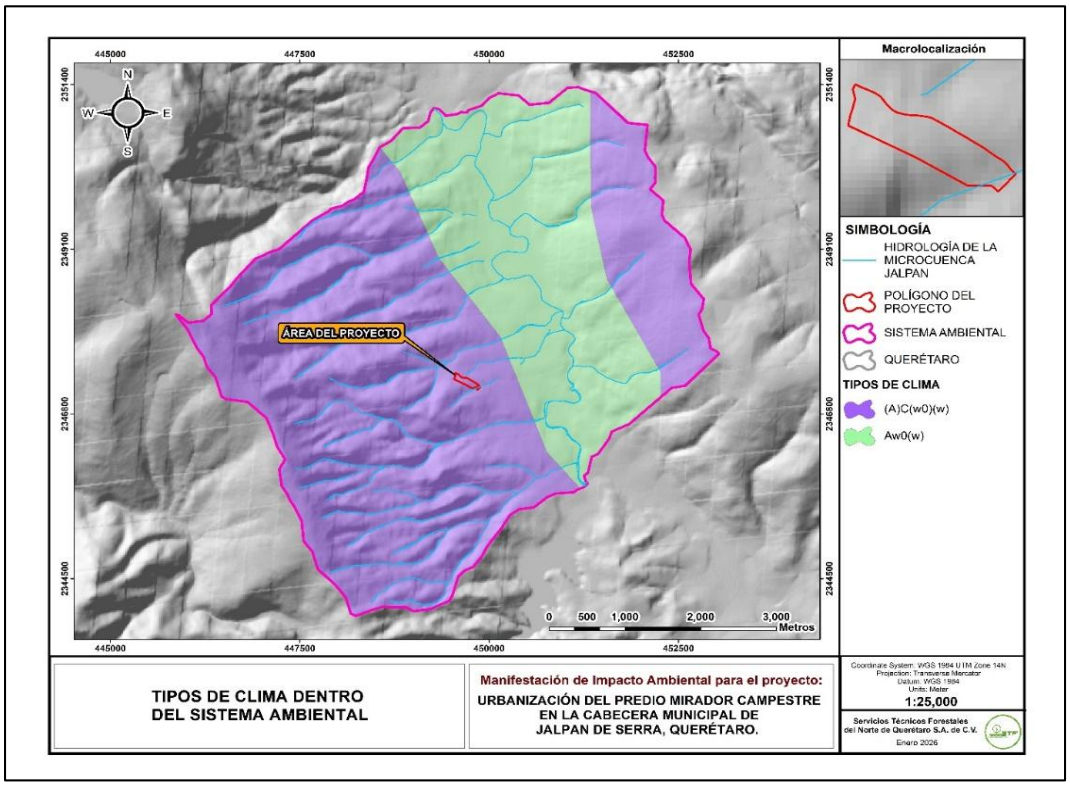



Ilustración 106 Tipos de Clima en la Región Ecológica

El régimen de precipitación presenta un comportamiento orográfico, ya que la cantidad de lluvia aumenta conforme se incrementa la altitud. Esta variación altitudinal condiciona la presencia de climas templados en las zonas de mayor elevación.

### *b) Temperatura*

Las características climáticas se analizaron con información de la estación meteorológica (22-07 Jalpan) de la Comisión Nacional del Agua más cercana al área del proyecto, con información desde el año 1981 hasta 2010 conforme a las normales climatológicas.

*Tabla 186 Ubicación geográfica de la estación meteorológica Jalpan de Serra.*

| Clave | Estación | Latitud Norte | | | Longitud Oeste | | | Altitud (m.s.n.m.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Grad. | Min. | Seg. | Grad. | Min. | Seg. | |
| **22-007** | **Jalpan** | **21** | **13** | **00** | **99** | **28** | **00** | **760** |

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

NORMAL CLIMATOLÓGICA 1981-2010
EMISIÓN : 24/10/2025

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: OCTOBER DE 2025;
CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 22007
NOMBRE : JALPAN (DGE)
ESTADO : QUERÉTARO
MUNICIPIO : JALPAN DE SERRA
SITUACIÓN : OPERANDO
CVE-OMM :
LATITUD : 21.21666667 °
LONGITUD : -99.46666667 °
ALTITUD : 760 msnm

TEMPERATURA MÁXIMA

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | 27.2 | 29.7 | 33.3 | 35.5 | 37.1 | 34.9 | 32.6 | 33 | 31.9 | 30.2 | 29 | 26.6 | 31.8 |
| MÁXIMA MENSUAL | 35.7 | 36.8 | 40.5 | 41.4 | 42.7 | 38.4 | 39.2 | 38 | 38.8 | 34.4 | 39 | 33.3 | |
| AÑO DE MÁXIMA | 1995 | 1995 | 1991 | 1991 | 1998 | 1996 | 1994 | 1994 | 1994 | 1993 | 1994 | 1994 | |
| MÁXIMA DIARIA | 38 | 41 | 45 | 46 | 47 | 44 | 42 | 42 | 42 | 39 | 44 | 40 | |
| FECHA MÁX DIARIA | 31/1983 | 28/1989 | 03/1991 | 22/1983 | 17/1989 | 02/1993 | 15/1994 | 17/1994 | 25/1994 | 20/1984 | 18/1994 | 01/1994 | |
| AÑOS CON DATOS | 28 | 28 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 27 | 25 | |

TEMPERATURA MÍNIMA

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | 9.9 | 11.4 | 13.8 | 16.9 | 18.9 | 19.3 | 18.4 | 18.2 | 17.8 | 16.1 | 13.2 | 10.8 | 15.4 |
| MÍNIMA MENSUAL | 6.9 | 8.8 | 6.8 | 14.6 | 15.7 | 13.8 | 14.1 | 13.6 | 13.9 | 13.4 | 9.5 | 6.3 | |
| AÑO DE MÍNIMA | 1995 | 1990 | 1996 | 2004 | 2004 | 1995 | 1995 | 1995 | 1995 | 1993 | 1995 | 2003 | |
| MÍNIMA DIARIA | 1 | -1 | 1 | 7 | 10 | 9 | 10 | 10 | 10 | 6 | 1 | 0 | |
| FECHA MÍN DIARIA | 05/1985 | 14/1999 | 07/1989 | 01/2003 | 04/1991 | 21/1995 | 07/1995 | 01/1995 | 09/1988 | 02/1992 | 23/1995 | 25/1983 | |
| AÑOS CON DATOS | 28 | 28 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 27 | 25 | |

TEMPERATURA MEDIA

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | 18.5 | 20.5 | 23.5 | 26.2 | 28 | 27.1 | 25.5 | 25.6 | 24.9 | 23.1 | 21.1 | 18.7 | 23.6 |
| AÑOS CON DATOS | 28 | 28 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 27 | 25 | |

PRECIPITACIÓN

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | 14 | 11.8 | 11.8 | 29.5 | 42.5 | 136.2 | 185.4 | 143.5 | 181.1 | 77.5 | 23 | 7.6 | 863.9 |
| MÁXIMA MENSUAL | 68.8 | 90.2 | 127.5 | 140.6 | 152.7 | 405.9 | 472.7 | 389.8 | 368.1 | 233 | 64.8 | 36.3 | |
| AÑO DE MÁXIMA | 2010 | 2010 | 1988 | 1986 | 1984 | 1986 | 2010 | 1988 | 2003 | 2005 | 1986 | 1981 | |
| MÁXIMA DIARIA | 24.5 | 29.5 | 82 | 46 | 54 | 107 | 116 | 69.8 | 120 | 66 | 33.8 | 25 | |
| FECHA MÁX DIARIA | 15/2010 | 02/2010 | 29/1988 | 27/2000 | 07/2001 | 27/1993 | 10/1995 | 23/1996 | 19/1993 | 04/2005 | 03/1986 | 04/1981 | |
| AÑOS CON DATOS | 28 | 28 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 27 | 25 | |

NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | 3.2 | 2.8 | 2.1 | 4.1 | 5.1 | 10.6 | 13.4 | 12.8 | 14.9 | 8.5 | 4.3 | 2.4 | 84.2 |
| AÑOS CON DATOS | 28 | 28 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 27 | 25 | |

La temperatura media anual en el área de estudio es de 23.6 °C. El mes de enero presenta la temperatura media mensual más baja del periodo (18.5 °C); el mes de mayo la temperatura media mensual más alta (28.0 °C).

*Tabla 187 Temperaturas medias mensuales y anuales promedio entre 1981 y 2010.*

| Mes | Temperatura (°C) | Mes | Temperatura (°C) |
|---|---|---|---|
| Enero | 18.5 | Julio | 25.6 |
| Febrero | 20.5 | Agosto | 25.6 |
| Marzo | 23.5 | Septiembre | 24.9 |
| Abril | 26.2 | Octubre | 23.1 |
| Mayo | 28.0 | Noviembre | 21.1 |
| Junio | 27.1 | Diciembre | 18.7 |
| | | **Anual** | **23.6** |

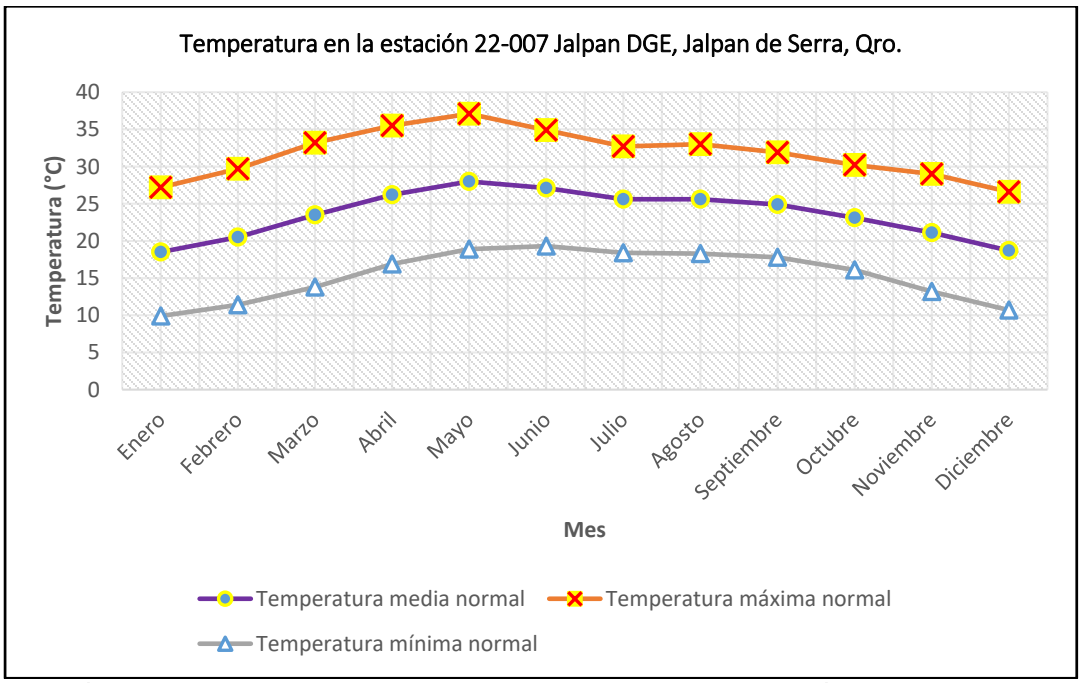



Ilustración 107 Temperatura media y extremas mensuales en la estación 22-007 Jalpan DGE, Jalpan de Serra, Qro.

Respecto a las temperaturas presentes en el área del proyecto, estas no influyen ni serán modificadas considerablemente por el cambio de uso del suelo, construcción y operación; sin embargo, se extremarán precauciones en la temporada de estiaje, previniendo golpes de calor al personal, ya que llegan a registrarse temperaturas superiores a los 40°C. Es de considerarse que conforme se lleve a cabo la construcción progresiva de viviendas se formará un microclima (isla de calor urbana) por los materiales empleados en las edificaciones, sin embargo, se llevan a cabo en el ambiente urbano por lo que no se altera el clima o microclima en un área distinta a la ya alterada.

Conforme a los datos reportados en línea https://www.tiempo.com/mexico/jalpan-de-serra/graficas se tiene el siguiente comportamiento de la temperatura (máxima y mínima) y punto de rocío; en un periodo de 14 días (del 28 de enero al 10 febrero de 2026) durante el invierno.

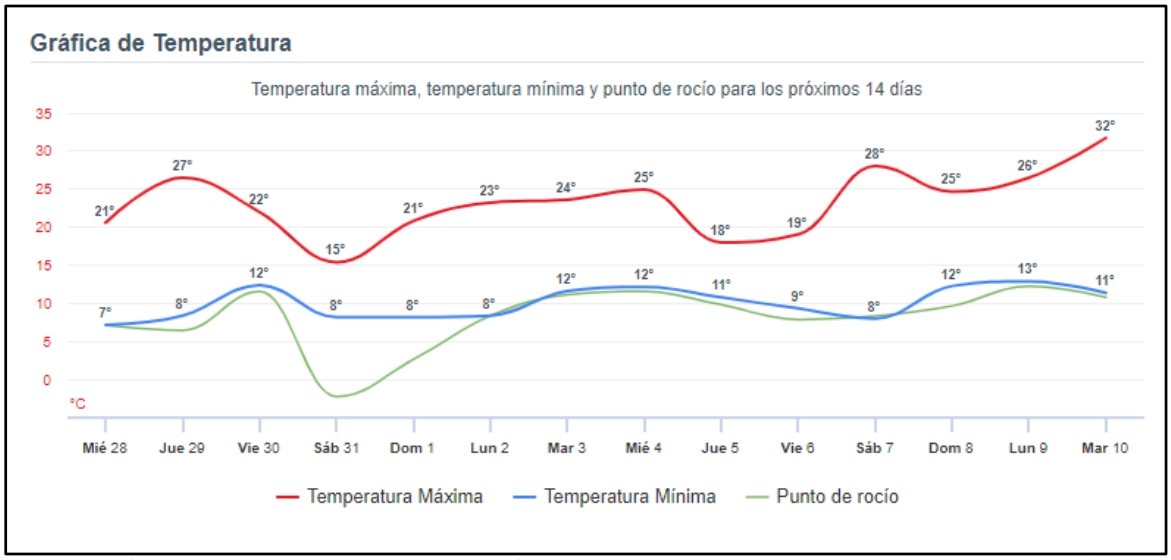



Ilustración 108 Temperatura mínima y máxima diaria en Jalpan de Serra (periodo de 14 días).

### *c) Precipitación*

Con base en la capa de isoyetas del INEGI, la precipitación media anual en la RE varía de 800 mm en la porción central de la microcuenca (zona de menor altitud), hasta los 950 mm en el sector poniente en áreas de mayor elevación. Para el sitio del proyecto la precipitación estimada, es de 800 mm anuales. La comparación entre estos valores y los registros de la estación meteorológica de Jalpan indica una diferencia reducida, por lo que ambos conjuntos de información resultan consistentes para la caracterización climática de la zona de estudio.

**La estación meteorológica 22-007 "Jalpan", (1981-2010), reporta una precipitación media anual de 869.2 mm**, teniendo una mínima de 7.6mm en el mes de diciembre, mientras que la máxima la encontramos en el mes de septiembre con 186.4 mm. Los meses con más precipitación son julio, agosto y septiembre, por su parte los meses con menos precipitación pluvial son diciembre, febrero y marzo.

*Tabla 188 Precipitación normal entre el periodo de 1981 y 2010.*

| Mes | Precipitación (mm) | Mes | Precipitación (mm) |
|---|---|---|---|
| Enero | 14.0 | Julio | 185.4 |
| Febrero | 11.8 | Agosto | 143.5 |
| Marzo | 11.8 | Septiembre | 186.4 |
| Abril | 29.5 | Octubre | 77.5 |
| Mayo | 42.5 | Noviembre | 23.0 |
| Junio | 136.2 | Diciembre | 7.6 |
| | | **Anual** | **869.2** |

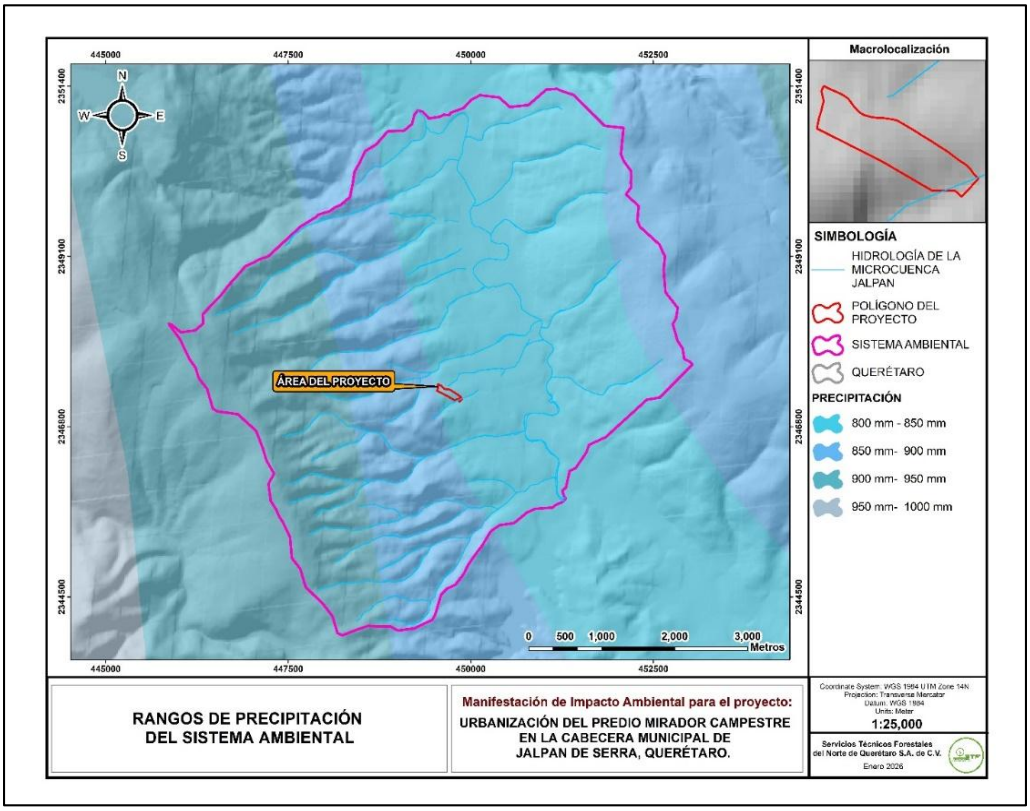



Ilustración 109 Distribución de la precipitación en la RE y área de influencia del proyecto.

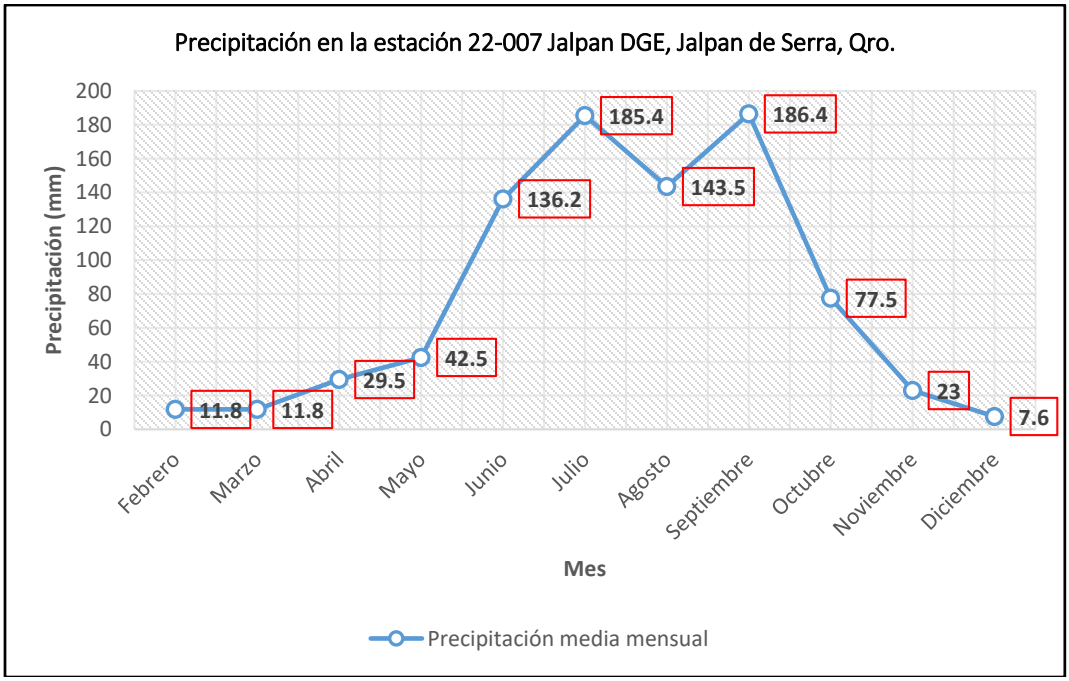



Ilustración 110 Precipitación media mensual de acuerdo a los datos de la estación 22-007, (Jalpan DGE), Jalpan de Serra, Qro., estación más cercana al sitio del proyecto (periodo 1981-2010).

**Relación con el proyecto:**

El presente análisis tiene por objeto identificar el periodo de mínima precipitación y, con base en ello, se definen los intervalos adecuados para la ejecución de las obras, considerando que durante estas actividades el suelo quedará expuesto a procesos erosivos derivados de la remoción de la cubierta vegetal y del movimiento del mantillo durante las labores de despalme, así como por las acciones de corte y nivelación asociadas a la apertura de vialidades y el zanjeo para la instalación de servicios.

En este sentido, se establece que el periodo de estiaje es el más apropiado para la ejecución de dichas actividades, conforme al calendario del proyecto, con el fin de evitar impactos ambientales relacionados con el arrastre de partículas sólidas durante eventos de precipitación intensa. Del análisis climatológico se determina que el intervalo comprendido de noviembre a junio resulta el más adecuado para el movimiento de tierras, aun considerando la ocurrencia de tormentas atípicas de baja aportación a los escurrimientos superficiales y la presencia de lluvias iniciales que únicamente contribuyen de manera marginal a compensar el déficit hídrico del suelo. En consecuencia, las actividades del proyecto que impliquen movimiento de tierras se programarán dentro del periodo de mínima precipitación.

Con información de la fuente: https://www.tiempo.com/mexico/jalpan-de-serra/graficas se obtuvo la gráfica de precipitación y nubosidad de un periodo de 14 días (del 28 de enero al 10 de febrero de 2025), para ver el comportamiento de estos fenómenos climáticos.

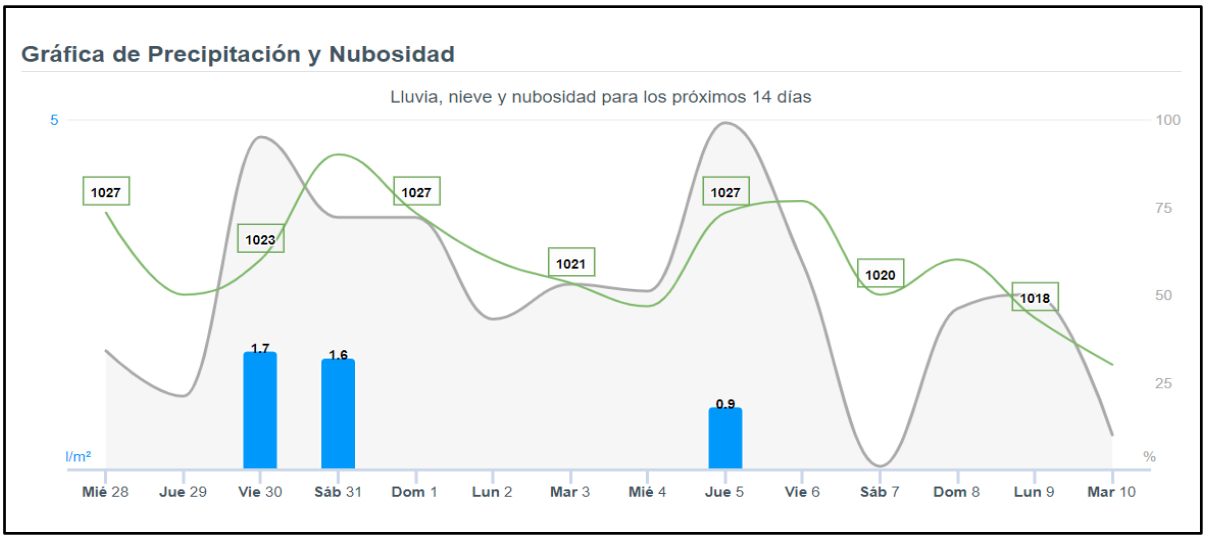



Ilustración 111 Precipitación y nubosidad en Jalpan de Serra (periodo de 14 días).

### *d) Vientos*

Otro de los factores importantes, es la velocidad de los vientos que se llegan a presentar en la zona de impacto del proyecto. La zonificación eólica de la Comisión Federal de Electricidad, contempla 4 categorías de intensidad de vientos para el territorio Nacional, que representan bandas de velocidad máxima del viento que ocurre en promedio cada 50 años; como se puede observar, el 93.40% de la Región Ecológica se ubica en una zona A de "bajo" peligro por vientos; teniendo variaciones en la velocidad que van de 100 a 130 km/hr mayormente, el 6.60% restante corresponde a la zona B "moderado" con velocidades del viento que van de los 130 a los 160 km/h (CENAPRED).

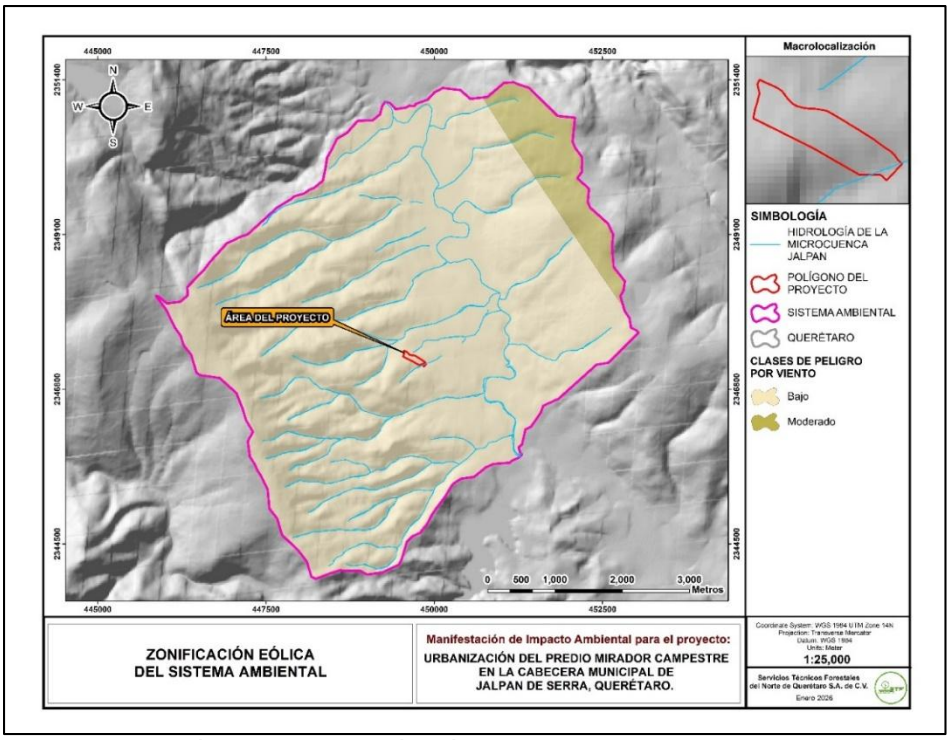



Ilustración 112 Zonificación eólica (CENAPRED-CFE) en la RE.

En la siguiente gráfica se muestran las velocidades del viento en el municipio de Jalpan de Serra para un periodo de 14 días (28 de enero al 10 de febrero de 2026). Fuente: https://www.tiempo.com/mexico/jalpan-de-serra/graficas, donde se muestra que los vientos que se llegaron a presentar en el sitio oscilan entre 28 y 36 km/h.

De acuerdo con la Escala de Beaufort para la fuerza del viento, las velocidades registradas corresponden al nivel 5, con rangos de 29 a 38 km/h, clasificado como brisa fresca. Bajo estas condiciones, los efectos observables se limitan a movimientos ligeros en el follaje de los árboles y a la formación de ondulaciones en la superficie de cuerpos de agua. Dichos valores no representan un factor relevante para la generación de procesos de erosión del suelo dentro de la Región Ecológica,

considerando además que una proporción significativa de la microcuenca mantiene cobertura vegetal y que, en el área correspondiente al desarrollo urbano, la superficie se encuentra mayormente pavimentada.

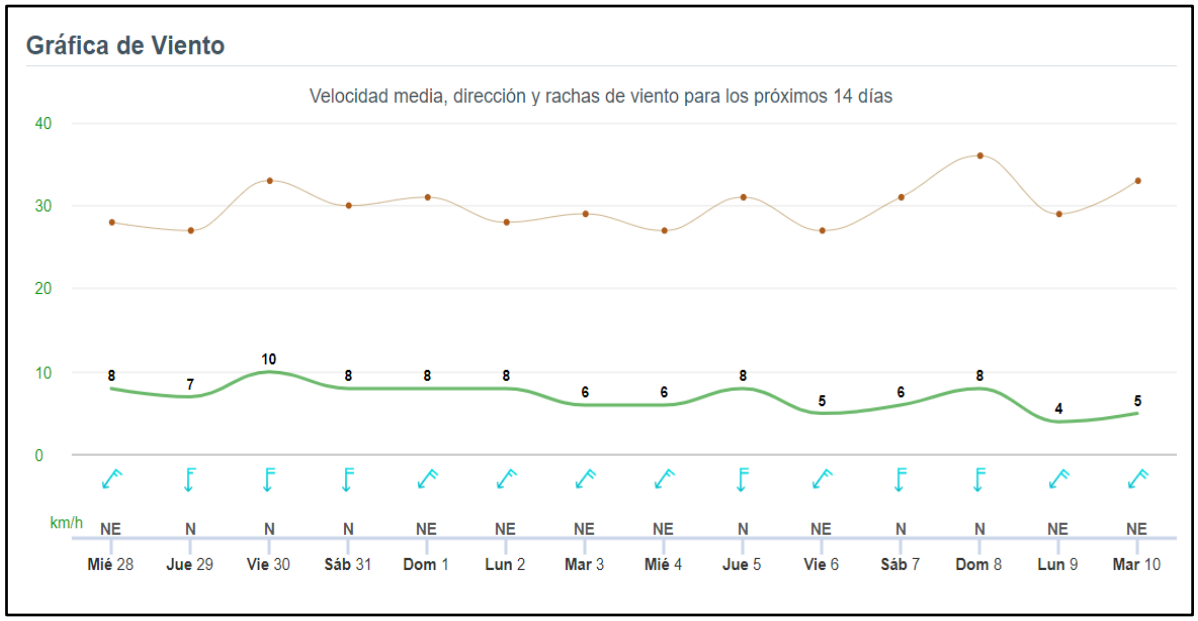



Ilustración 113 Velocidad de los vientos en Jalpan de Serra (14 días).

Ahora bien, consultando los historiales de viento en la zona local de Jalpan de Serra, se obtuvieron los siguientes datos [17]:

Esta sección discute el vector de viento promedio por hora de área amplia (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento experimentado en cualquier lugar dado depende en gran medida de la topografía local y otros factores, y la velocidad y dirección instantánea del viento varían más ampliamente que los promedios horarios.

La velocidad promedio del viento por hora en Jalpan experimenta una variación estacional leve a lo largo del año. La parte más ventosa del año dura 7.3 meses, del 20 de febrero al 29 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 9.4 km por hora. El mes más ventoso del año en Jalpan es junio, con una velocidad promedio del viento por hora de 10.7 km por hora. La época más tranquila del año dura 4,7 meses, del 29 de septiembre al 20 de febrero. El mes más tranquilo del año en Jalpan es diciembre, con una velocidad promedio del viento por hora de 7.9 km por hora (weatherspark.com).

[17] Fuente: https://es.weatherspark.com/y/6138/Clima-promedio-en-Jalpan-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o

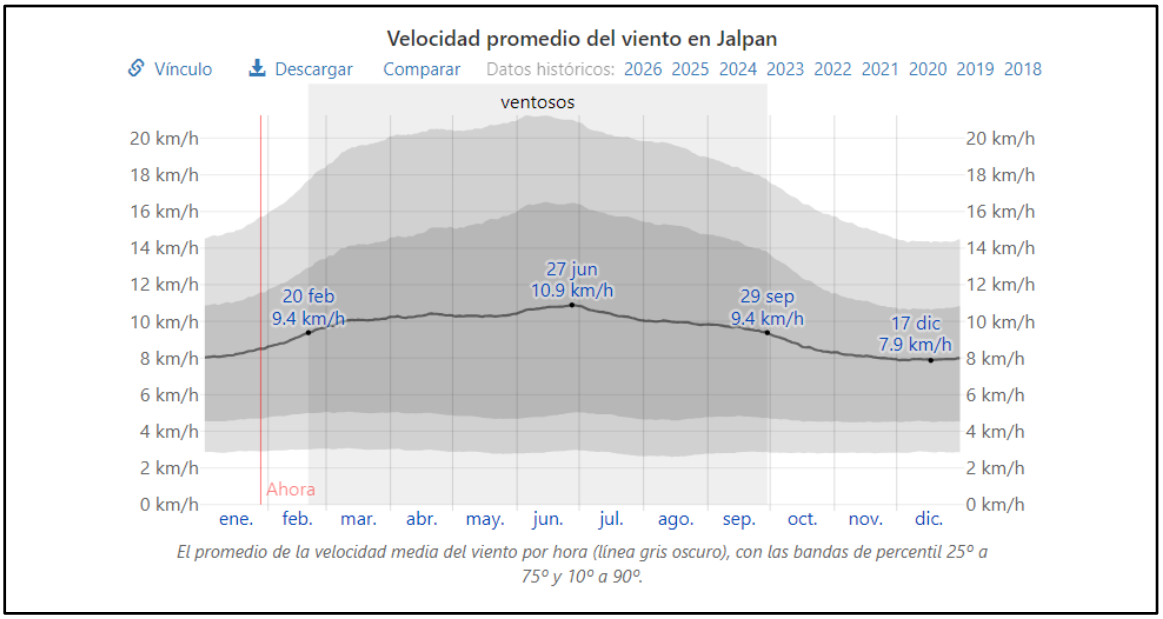



Ilustración 114 Velocidad promedio de los vientos en Jalpan de Serra, Querétaro.

La dirección del viento promedio por hora predominante en Jalpan es del ***este*** durante el año. Esta situación evita impactos hacia la población asentada en las colindancias del predio, dirigiéndose hacia la superficie con vegetación el oeste del predio.

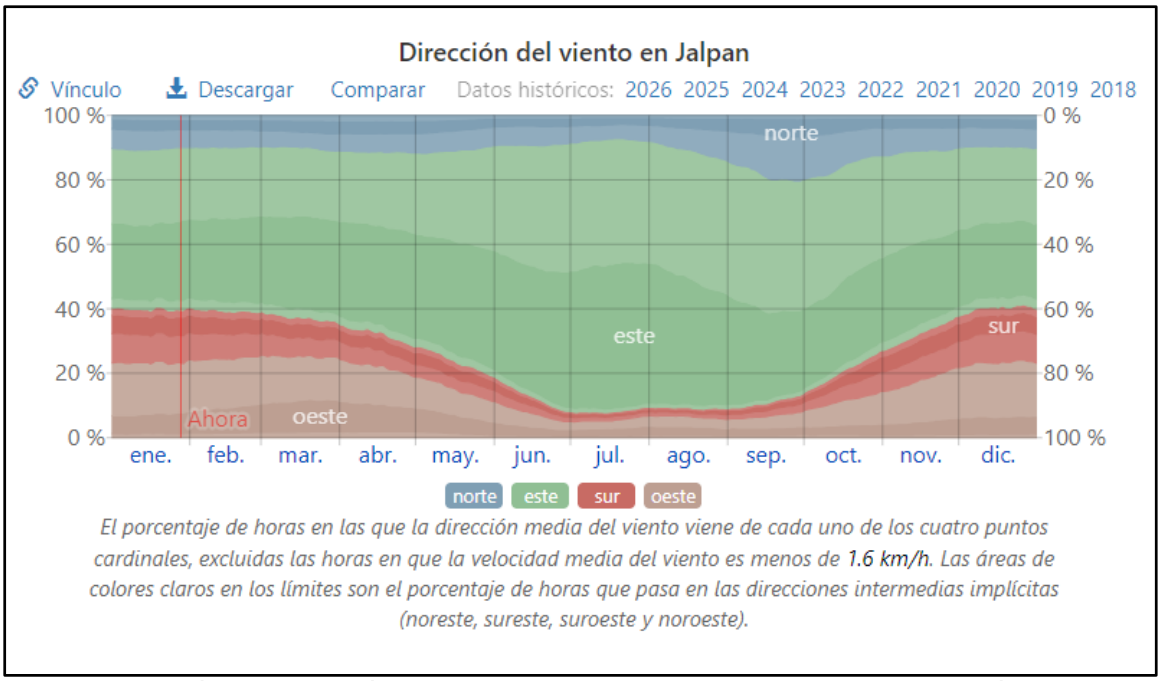



Ilustración 115 Dirección predominante del viento en Jalpan de Serra, Querétaro.

**Relación con el proyecto:**

Estas velocidades y dirección de los vientos deben considerarse en las actividades que exponen suelos finos a la erosión eólica, debido a que la fuerza del viento es suficiente para el levantamiento de partículas; debiendo humedecerlos, cubrirlos y evitar su traspaleo ante la presencia de vientos. Cabe señalar que estas velocidades son variables a través de las estaciones del año y que incrementa ante la presencia de un evento de precipitación.

Los suelos que serán removidos en la superficie del proyecto son de conformación tepetatosa; esta condición es favorable para la mitigación de los impactos debido a que no se generarán cantidad considerable de partículas en suspensión por el corte, carga y acarreo del material excavado; en su caso se propondrán medidas a fin de evitar la suspensión de partículas en el aire durante el traslado al sitio de tiro.

La velocidad del viento de la zona, no es de consideración en este tipo de proyecto, sin embargo, se tomarán las previsiones necesarias para evitar impactos y accidentes durante el derribo de arbolado en la preparación del sitio (desmonte); adicionalmente el arbolado presente en las colindancias, mitigará las velocidades que como ya fue descrito son moderadas.

***e) Fenómenos meteorológicos***

La localización de la Región Ecológica dentro de la Sierra Madre Oriental determina que la influencia marítima sobre las condiciones climáticas del territorio sea limitada. Durante el verano y el otoño, los vientos alisios provenientes del Golfo de México encuentran una barrera orográfica que impide su ingreso pleno y húmedo hacia el centro del país; en consecuencia, la precipitación se concentra en la vertiente de barlovento de la sierra, mientras que en la vertiente de sotavento estos vientos se manifiestan como corrientes secas y frías, favoreciendo el desarrollo de condiciones climáticas semi-secas y muy secas en el altiplano central. En la temporada invernal y, de manera ocasional, hasta inicios de la primavera, masas de aire continental de origen norteño, que atraviesan Canadá y Estados Unidos, alcanzan el territorio nacional y provocan descensos significativos de temperatura en el norte y centro de México. Por su parte, la influencia del océano Pacífico en el interior del altiplano mexicano es reducida y generalmente se restringe a las zonas costeras y a las áreas de barlovento de las Sierras Madre Occidental y del Sur, siendo su incidencia en el territorio del estado de Querétaro marginal, particularmente en la región serrana.

- *Riesgo de ciclones*

La RE se ubica en una zona donde el grado de riesgo por fenómenos hidrometeorológicos está catalogado como “bajo”, de acuerdo a la clasificación del CENAPRED, tal y como se puede observar en la Ilustración siguiente. Según la

información de la estación meteorológica "**22-007 Jalpan**", en la zona pueden llegar a presentarse en promedio 0.4 días con niebla. Durante la temporada de lluvias se han registrado 0.2 días con tormenta eléctrica en promedio anual, las granizadas no es un fenómeno común en la región, se tiene reporte de 0.00 días en promedio al año.

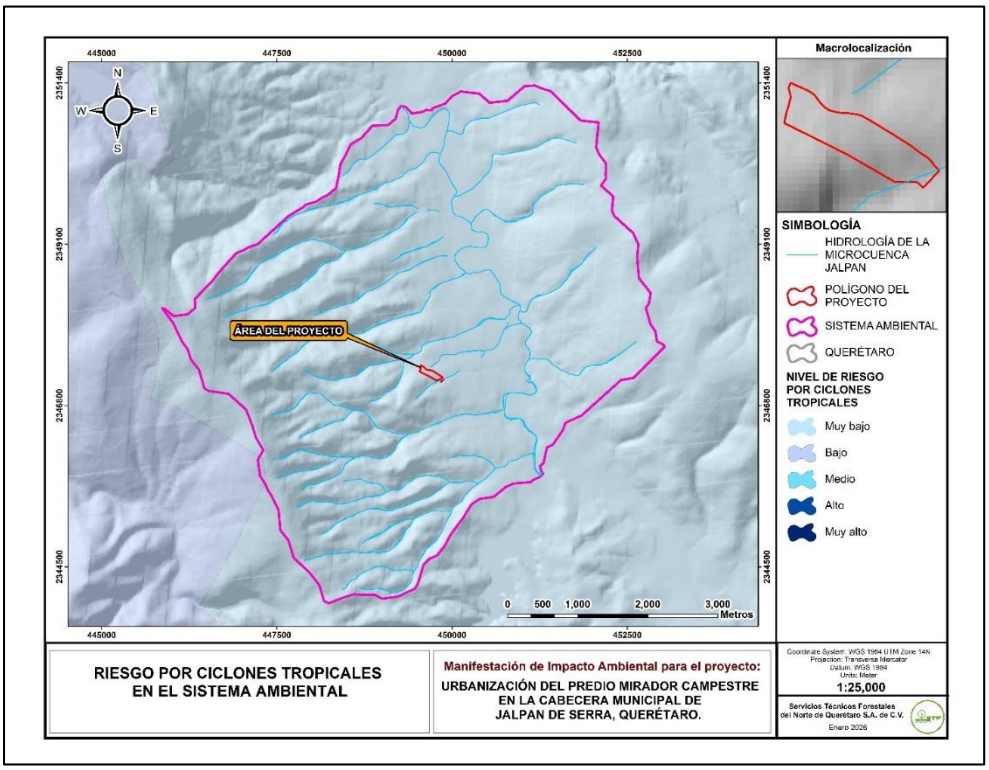



Ilustración 116 Grado de riesgo por ciclones tropicales en la Región Ecológica

**<u>Relación con el proyecto :</u>**

Con información de la estación meteorológica Jalpan y considerando las condiciones topográficas del área de estudio, se estima que la zona no presenta incidencia significativa de fenómenos meteorológicos extremos. Debido a la localización del proyecto al interior de una cordillera montañosa, no se prevé la influencia de ráfagas de viento de alta intensidad ni la ocurrencia de sistemas ciclónicos. Durante algunos días del periodo de estiaje pueden registrarse temperaturas elevadas, que de manera puntual alcanzan valores cercanos a los 37.1 °C. Afortunadamente, este aspecto no incide directamente en la viabilidad del proyecto, puesto que esa condición no determina su factibilidad, o no afecta severamente los procesos contemplados para la preparación del sitio y urbanización. A pesar de los valores térmicos elevados en temporada cálida, el periodo invernal se caracteriza por condiciones moderadas, por lo que la ocurrencia de heladas es poco probable.

Cabe señalar que las actividades contempladas en el proyecto no se verán comprometidas por la ocurrencia extraordinaria de ráfagas intensas de viento. No obstante, durante dichos eventos se suspenderán las labores que impliquen remoción de suelo. De igual forma, en caso de presentarse precipitaciones de carácter intenso, se evitará la movilización de materiales terrosos con el fin de prevenir el arrastre de partículas hacia los escurrimientos superficiales.

- *Riesgo de inundaciones*

Debido a su localización en un ambiente serrano, la superficie la RE se encuentra fuera de cualquier área catalogada con un algún grado de índice de vulnerabilidad de inundaciones, esto de acuerdo a la clasificación del CENAPRED.

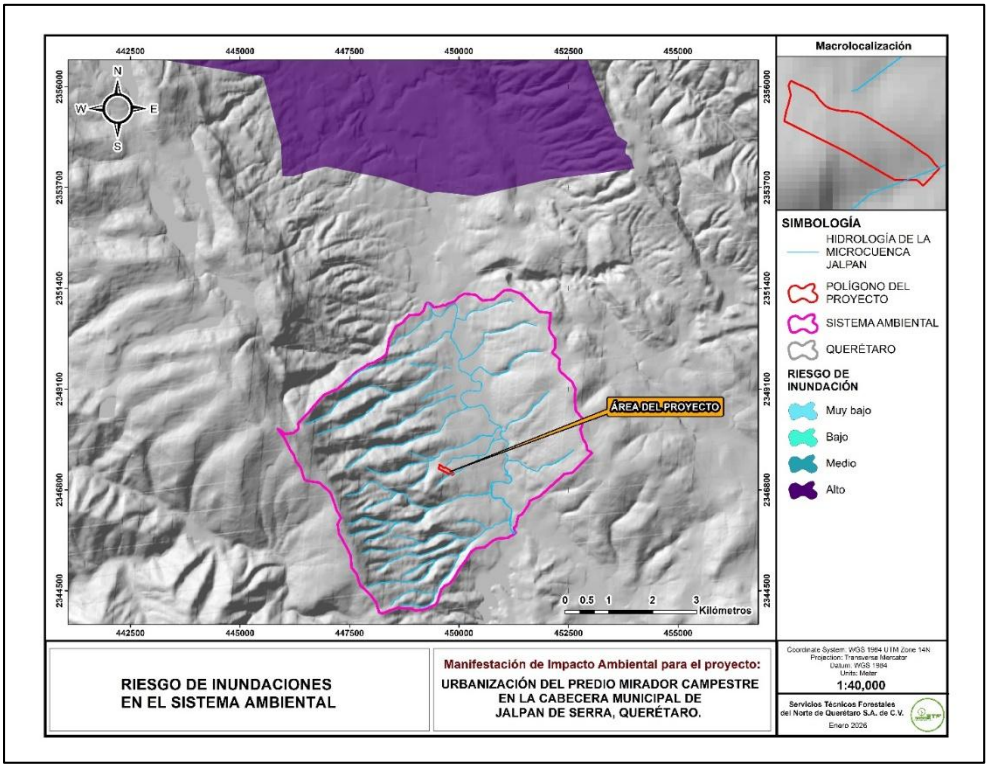


Ilustración 117 Grado de riesgo por inundaciones en la Región Ecológica.

En la hidráulica de ríos, el caudal de un rio es siempre variable según el régimen hidrológico de la cuenca, en una escala de tiempo estacional o bien restringida a un episodio meteorológico. En los ríos, las avenidas son aumentos del caudal y subidas del nivel de las aguas. En estos sucesos se conjugan factores hidrológicos (tamaño la cuenca de captación), hidráulicos (pendiente del cauce) y transporte de sedimentos. En los cauces de régimen tranquilo, también denominados de llanura, las aguas se desbordan cuando los caudales de creciente superan la capacidad a cauce lleno. Por su lado en los tramos de régimen torrencial o de montaña, se presentan principalmente fenómenos de socavación de fondo y erosión de

márgenes. Los ríos a partir de su nacimiento suelen ir disminuyendo la pendiente hasta llegar a otros de mayor magnitud. Normalmente la pendiente es fuerte en el primer tramo del río (curso alto), y muy suave cuando se acerca a la desembocadura (curso bajo) entre las dos suele haber una pendiente moderada (curso medio).

Los ríos sufren variaciones en su caudal, que aumenta en las estaciones lluviosas y disminuye en las secas. Las variaciones temporales se dan durante o después de una tormenta. En casos extremos se puede producir una crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. **Las inundaciones son eventos que se presentan por desbordamientos en los tamos bajos de las corrientes naturales** donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida. De manera que para comprender el riesgo de inundaciones no basta con conocer la cantidad de precipitación en la zona de estudio, sino las condiciones de su drenaje natural (escurrimientos), principalmente las dimensiones de su cauce, la pendiente y el régimen que presentan.

**Para el análisis del comportamiento hídrico se describen las siguientes características del escurrimiento "innominado" que intercepta con el proyecto.**

Con GPS marca *Garmin map 65s* (con precisión de 2 metros) se georreferenció en campo el centro del escurrimiento y con un flexómetro se procedió a realizar una medición directa del ancho del cauce desde sus huellas máximas (izquierdo y derecho), esto para un total de trayecto de aproximadamente 592.51 metros del escurrimiento en cuestión.

El área de drenaje natural cercano (12m) al sitio de construcción corresponde a un escurrimiento temporal de acuerdo con su régimen (periodo en el que presenta caudal). Tiene en promedio **una pendiente del 13.18%,** considerable para que el escurrimiento fluya con rapidez evitando la concentración o remansos que son los que originan una inundación. Aguas abajo donde el escurrimiento se interna al área urbana, se localizan construcciones cercanas al este y la sección del arroyo se vuelve menos profunda, sin embrago no desciende agua en cantidad suficiente durante un evento torrencial que haya ocasionado inundaciones a sus propiedades.

Con base en el estudio hidrológico se presenta la superficie de análisis en la que se localiza el arroyo innominado.

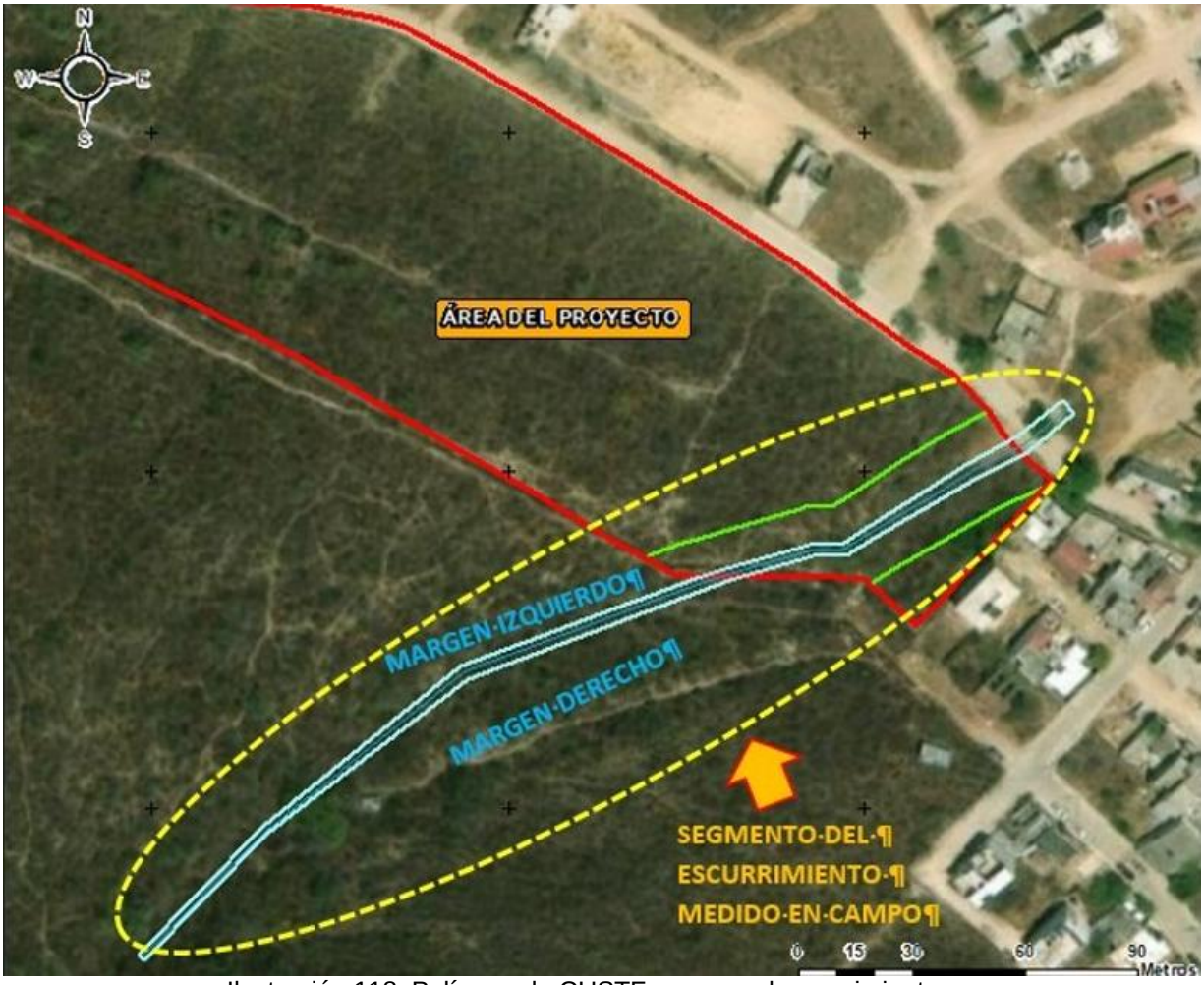



Ilustración 118. Polígono de CUSTF cercano al escurrimiento

Las coordenadas de las huellas máximas del cauce analizado, se listan a continuación:

*Tabla 189 Coordenadas del margen derecho del cauce*

| Margen derecho del cauce | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449890.5867 | 2347195.032 | 8 | 449821.201 | 2347157.55 |
| 2 | 449878.2904 | 2347184.709 | 9 | 449799.017 | 2347150.7 |
| 3 | 449864.3243 | 2347177.933 | 10 | 449791.147 | 2347147.96 |
| 4 | 449853.2099 | 2347171.339 | 11 | 449729.091 | 2347124.56 |
| 5 | 449837.7493 | 2347162.28 | 12 | 449676.113 | 2347083.45 |
| 6 | 449829.8479 | 2347157.434 | 13 | 449643.097 | 2347049.59 |
| 7 | 449829.2458 | 2347157.363 | 14 | 449890.587 | 2347195.03 |

*Tabla 190 Coordenadas del margen izquierdo del cauce*

| Margen izquierdo del cauce | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 449641.4464 | 2347051.194 | 7 | 449828.5758 | 2347160.349 |
| 2 | 449674.4954 | 2347085.36 | 8 | 449836.0249 | 2347165.093 |
| 3 | 449727.1444 | 2347127.966 | 9 | 449851.1315 | 2347174.756 |
| 4 | 449789.9368 | 2347151.35 | 11 | 449862.3245 | 2347181.627 |
| 5 | 449798.1004 | 2347153.663 | 12 | 449875.5902 | 2347189.05 |
| 6 | 449820.5785 | 2347160.387 | 13 | 449887.374 | 2347198.864 |

Con la medición del ancho del cauce y sus huellas máximas directamente en campo se obtuvieron los anchos a diferentes secciones del cauce, (se anexa en formato digital el archivo DWG *"Delimitación de cauce y zona federal"* para efectos de mostrar a más detalle la delimitación de los anchos del cauce en cualquier sección de la misma).

*Tabla 191 Anchos del cauce innominado, considerando sus huellas máximas (en diferentes secciones a lo largo del cauce).*

| Punto de referencia en cauce | Coord. X | Coord. Y | Ancho de cauce* (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 449728.1194 | 2347126.277 | 3.9 |
| 2 | 449675.2728 | 2347084.381 | 2.5 |
| 3 | 449642.2715 | 2347050.393 | 2.3 |
| 4 | 449790.5602 | 2347149.661 | 3.6 |
| 5 | 449798.5587 | 2347152.182 | 3.1 |
| 6 | 449821.8309 | 2347160.855 | 2.9 |
| 7 | 449828.9853 | 2347158.841 | 3 |
| 8 | 449836.8871 | 2347163.686 | 3.3 |
| 9 | 449852.1707 | 2347173.047 | 4 |
| 10 | 449863.2952 | 2347179.765 | 4.2 |
| 11 | 449877.0154 | 2347186.917 | 5.1 |
| 12 | 449891.9843 | 2347195.173 | 5 |

*Incluyendo sus huellas máximas.

El punto de referencia 1 representa el escurrimiento de análisis en su punto aguas arriba más alto, y, por el contrario, el punto de referencia 12 representa la parte más baja del arroyo en cuestión.




Ilustración 119 Puntos de referencia del cauce en el escurrimiento cercano al polígono de CUSTF

Como se observa en la tabla anterior, los anchos no rebasan los 5.1 metros de amplitud ya considerando sus huellas máximas; teniendo en promedio un ancho de cauce de 3.57 metros, un ancho mínimo de 2.3 m y un ancho máximo de 5.1 m.

| | |
|---|---|
| Ancho promedio de cauce: | 3.57 |
| Ancho máximo: | 5.1 |
| Ancho mínimo: | 2.3 |




Ilustración 120 Puntos de referencia para medición de anchos de cauce cercanos al predio de CUSTF.

El arroyo fluye de sureste a noreste, con un ancho mínimo de 2.3 metros. El ancho promedio del cauce es de 3.57 metros y el máximo alcanza los 5.1 metros en el punto 11, incluyendo sus huellas máximas, pero no necesariamente se tiene un aumento en el gasto de la corriente. Aunque este cauce limita con los polígonos de CUSTF, el proyecto prevé respetar su zona federal, manteniendo una franja de 10 metros a partir de las huellas máximas de cada margen para no afectar su curso y amplitud y mantener su cubierta forestal.

El arroyo corresponde a una depresión topográfica como lo establece la CONAGUA. Se encuentra enmarcado por una microcuenca pequeña, pero con alta pendiente. No obstante, su cauce tiene una sección más o menos regular sin encontrar cárcavas o tramos erosionados de manera significativa, por la cantidad de agua y velocidad a la que baja en el escurrimiento. Debido a la diferencia de pendientes en su cauce no presenta zona de inundación hacia el interior del fraccionamiento.

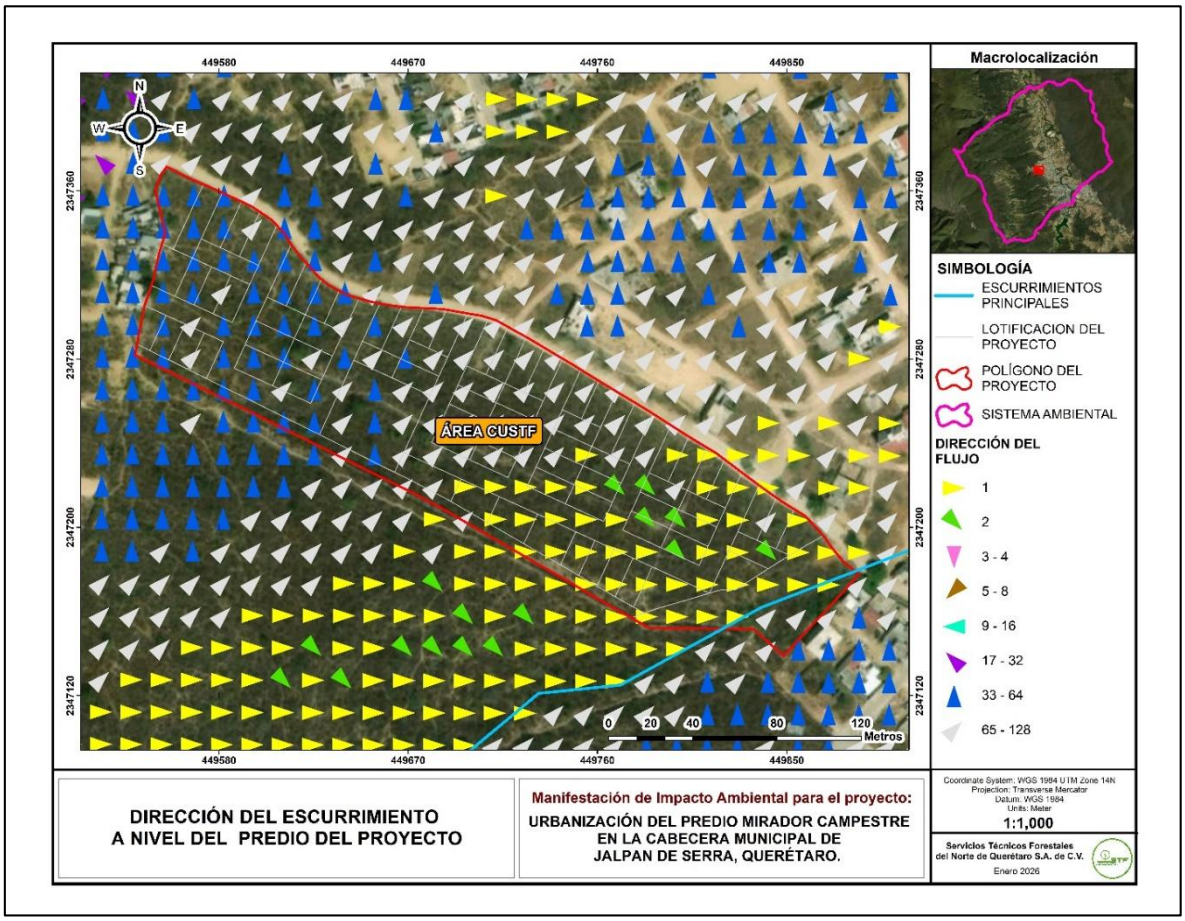



Ilustración 121 Dirección del flujo de escurrimiento superficial en el proyecto y sus colindancias

Se consultó la página oficial de Protección Civil del municipio de Jalpan de Serra con el objetivo de revisar los reportes de atención ciudadana relacionados con eventos de inundación en la cabecera municipal. De dicha revisión se identificaron registros de atención por contingencias meteorológicas asociadas a deslaves en comunidades muy distantes del área donde se emplaza el proyecto.

**En conclusión:** Con base en el análisis de los principales elementos climáticos — temperatura, precipitación, viento y ocurrencia de fenómenos climáticos — se determina que las condiciones prevalecientes en la Región Ecológica, y en particular en el polígono propuesto para su urbanización, no representan restricciones climáticas para el desarrollo del proyecto. Aunque los elementos del clima no se pueden controlar por la acción del hombre, se contemplan medidas de prevención para anticiparse a los eventos que puedan ocasionar algún impacto principalmente la erosión de los suelos, en función de su condición actual y la magnitud de los cambios que puedan ser originados por el proyecto.

### *III.3.3.2. Geología y geomorfología*

La Región ecológica se localiza en la región noroeste del estado de Querétaro, dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental. Se encuentra inemerso en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro y está constituido, en términos generales, por una secuencia de eventos sedimentarios que evidencian distintos ambientes de depósito. En las uniones geológicas se identifican transiciones entre ambientes de plataforma y de cuenca, los cuales han sido modificados por procesos tectónicos que generaron plegamientos y fallas geológicas de tipo normal e inverso. Estas estructuras condicionan el desarrollo de un relieve complejo.

La mayor parte de la Sierra Gorda se localiza dentro de la plataforma Valles–San Luis Potosí, la cual durante el Cretácico y el Terciario fue afectada por diversos esfuerzos tectónicos asociados a la Orogenia Laramide. La deformación de esta plataforma dio origen a un patrón estructural con orientación noroeste–sureste, caracterizado por la presencia de numerosos plegamientos recumbentes de gran amplitud, expuestos principalmente en rocas de edad cretácica. Dicho patrón se manifiesta a través de dos estilos de deformación diferenciados: el primero se desarrolla en rocas calcáreo-arcillosas y arcillo-arenosas de estratificación delgada, correspondientes a las formaciones Soyatal, Mexcala y Trancas; el segundo se presenta en rocas calcáreas de estratificación media a gruesa que conforman la Formación El Abra. Esta última se distingue por la presencia de estructuras anticlinales amplias, con abundantes diaclasas y fracturas, así como fallas normales de corta y mediana extensión, condiciones que favorecen el desarrollo de un paisaje de tipo kárstico (Lazcano, 1986).

#### *a) Características geológicas del área*

Desde el punto de vista geológico los materiales se clasifican de acuerdo a su génesis o formación diferenciándose dos grupos de materiales diversos que son: la roca y el suelo. Las rocas a su vez se clasifican de acuerdo a su origen. En la Sierra Gorda predominan rocas del cretácico inferior de la era Mesozoica, con rocas de clase sedimentaria.

A partir de la carta geológica (datos vectoriales 1-250k serie I del INEGI), en la RE se encuentran formaciones compuestas de rocas sedimentarias: Calizas, Calizas-lutitas., conglomerados y suelos aluviales en las partes bajas (vega del río Jalpan). Con una superficie de 2,105.73 ha las rocas calizas lutitas del cretácico superior, representan el mayor porcentaje de la RE, se localizan en exposición este y sobre este tipo de formación se localiza la superficie del proyecto.

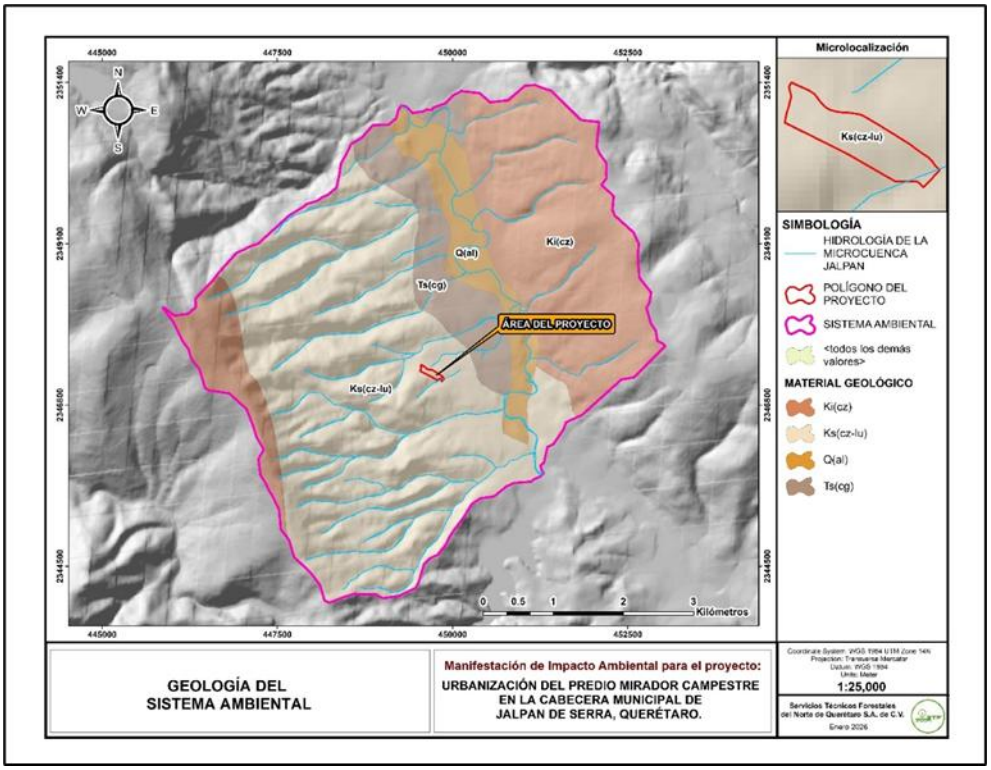


Ilustración 122 Geología en la Región Ecológica.

*Tabla 192 Tipos de rocas presentes en la microcuenca Jalpan*

| CLAVE | CLASE | TIPO | Superficie ha | % |
|---|---|---|---|---|
| Ks(cz-lu) | Sedimentaria | Caliza-Lutita | 1,574.563 | 51.339 |
| Ki(cz) | Sedimentaria | Caliza | 933.258 | 30.429 |
| Ts(cg) | Sedimentaria | Conglomerado | 286.533 | 9.343 |
| Q(al) | N/A | Aluvial | 210.609 | 6.867 |
| S/It | N/A | N/A | 62.024 | 2.022 |
| | | | **3,066.99** | **100.00** |

**Descripción del principal tipo de roca presente en la Región Ecológica y sobre la cual se ubica la superficie de construcción del proyecto.**

**Ks (cz-lu):** correspondiente a rocas sedimentarias de tipo caliza-lutita del Cretácico Superior. La composición mineralógica está dominada por calizas, las cuales son rocas químicas o bioquímicas y representan el grupo más relevante de las rocas carbonatadas. Están constituidas principalmente por carbonato de calcio, con un contenido superior al 80 % de $CaCO_3$, y pueden presentar minerales asociados como aragonito, sílice, dolomita y siderita, así como una frecuente presencia de fósiles, lo que les confiere importancia estratigráfica. Las calizas presentan una amplia variedad de clasificaciones en función de su contenido orgánico, arreglo mineral y textura; sin embargo, dichas clasificaciones no consideran la presencia de

material clástico. Cuando este material es significativo, la roca se clasifica como caliza con un nombre secundario determinado por el tamaño de partícula, distinguiéndose calizas arcillosas, arenosas o conglomeráticas. Asociadas a estas unidades se encuentran las lutitas, rocas constituidas por material terrígeno muy fino, principalmente arcillas con tamaños de grano menores a 1/256 mm, lo que impide una clasificación más detallada. De acuerdo con la presencia de minerales accesorios, se reconocen lutitas calcáreas, rojas o férricas, carbonosas y silíceas.

La caliza es una roca ampliamente distribuida a nivel mundial y constituye más del 10 % del total de las rocas sedimentarias. Se presenta en diversas variedades, entre las que destacan la dolomita, la creta y el pedernal, diferenciadas por su textura, contenido fosilífero, composición química, tamaño de grano y color. Este tipo de roca es moderadamente soluble en aguas ligeramente acidificadas, como las de lluvia o corrientes superficiales, proceso conocido como meteorización cárstica.

En el caso de las lutitas, el tamaño extremadamente fino de sus partículas indica un ambiente de depósito asociado a procesos de sedimentación gradual en corrientes de baja energía, capaces de mantener en suspensión las partículas arcillosas hasta su agregación. Durante la acumulación progresiva de limo y arcilla se forman capas delgadas denominadas láminas, en las que las partículas tienden a alinearse de manera paralela, reordenando los granos y reduciendo el tamaño de los poros. Esta condición limita la circulación de soluciones cementantes, por lo que las lutitas se caracterizan por presentar un bajo grado de cementación y una resistencia mecánica relativamente reducida.

**Relación con el proyecto:** Considerando el tipo de rocas presentes en la superficie del proyecto y la escasa profundidad prevista para las excavaciones destinadas a la apertura de vialidades, introducción de servicios de agua potable y drenaje, así como la cimentación de viviendas, se estima que los cortes y excavaciones podrán realizarse mediante el uso de maquinaria convencional, sin requerir el empleo de explosivos.

Dado que se trata de materiales con contenido arcilloso, estos podrán ser aprovechados para actividades de relleno y compactación, procurando minimizar la generación de residuos. Asimismo, no se prevé la ocurrencia de derrumbes o deslizamientos en el área del proyecto, debido a que no se realizarán cortes de gran altura en taludes, limitándose principalmente a trabajos de despalme. De acuerdo con la carta geológica, no se identifican estructuras de fallas o fracturas que intercepten el sitio del proyecto que pongan en riesgo las construcciones. La superficie de urbanización presenta cubierta forestal, por lo tanto, la geología (tipo de rocas, textura y estructura) no han sido alteradas, que supongan una inestabilidad del suelo.

Los peligros o riesgos geológicos se definen como procesos, condiciones o eventos de origen geológico que pueden ocasionar afectaciones económicas o sociales a

una comunidad, y cuya prevención, identificación, evaluación o mitigación requiere la aplicación de criterios y métodos propios de la geología. La superficie de la Región Ecológica donde se ubica el área del proyecto se localiza fuera de las zonas con susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos, de acuerdo con la delimitación establecida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), situación que ha sido analizada y documentada en apartados previos del presente estudio.

- *Fallas y fracturas*

La estructura del relieve resulta de la acción de las fuerzas internas de la tierra sobre los materiales rocosos, a los que deforma, dando lugar a variadas estructuras tectónicas. Existen dos tipos de deformaciones: de pequeño radio de curvatura (pliegues, fallas y flexiones) y de gran radio de curvatura (estructuras aclinales y monoclinales). Se puede definir como el resultado de una deformación plástica en las rocas. Bajo condiciones específicas las rocas no se rompen - las rocas se comportan como plastilina o greda. Existen varias formas de pliegues en la naturaleza. Un pliegue es la forma más elemental y es resultado de una tectogénesis de compresión. Se trata de una ondulación de los estratos. Dentro de la superficie que comprende la Región Ecológica, en donde se localiza el proyecto, no se localizan estructuras que tengan que ver con el deslizamiento de las placas tectónicas.

Al oeste del área de estudio (fuera de la Región Ecológica) se identifica un eje estructural de tipo anticlinal con orientación Noroeste–Sureste y una longitud aproximada de 31.2 km. Asimismo, fuera de la Región Ecológica se reconocen otras estructuras geológicas visibles en la imagen; no obstante, de acuerdo con la información cartográfica disponible, no presentan evidencia de actividad asociada a desplazamientos. De igual manera, no se registra la presencia de sótanos geológicos en las áreas destinadas para la ejecución del proyecto. En función de la distancia existente entre el sitio de construcción y las estructuras geológicas identificadas, no se prevé la ocurrencia de afectaciones estructurales que representen riesgo por desplazamientos o procesos de hundimiento.

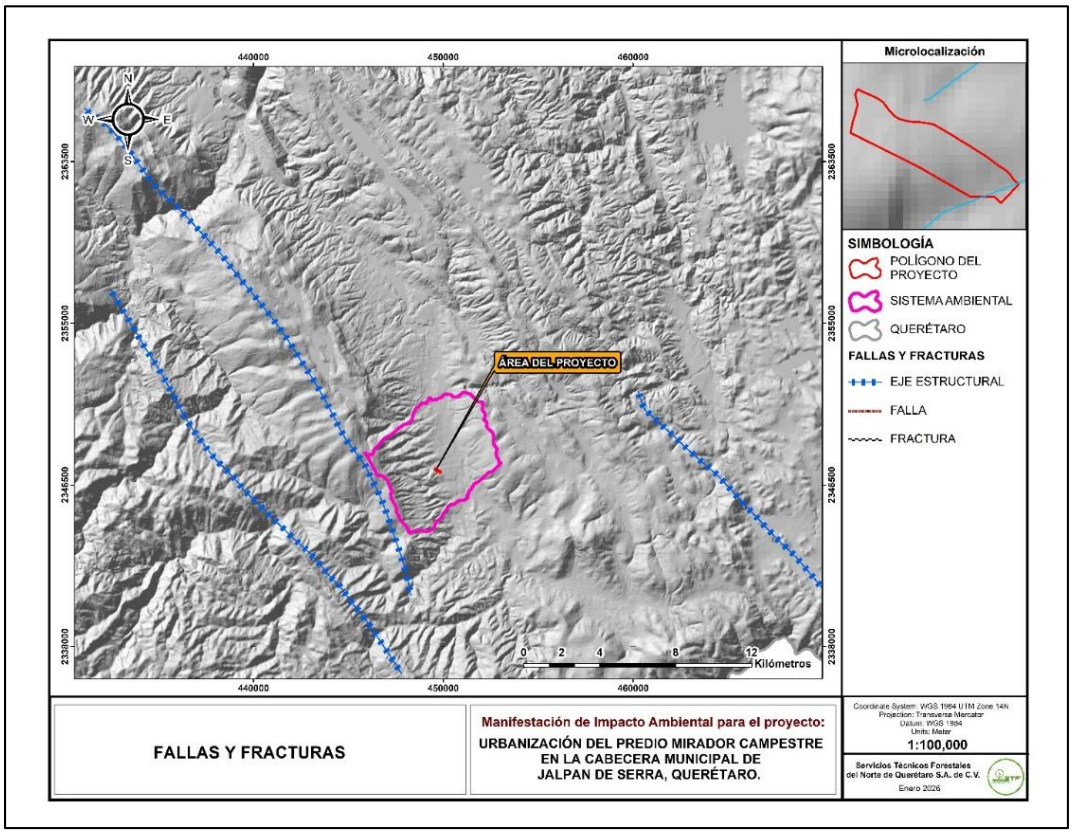



Ilustración 123 Fallas y fracturas aledañas al Región ecológica

- *Riesgos sísmicos*

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico. De acuerdo a la clasificación de la CFE con relación a la regionalización sísmica, la Región Ecológica **se ubica en una zona de tipo B** donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Por lo anterior, se puede decir que la RE donde se ubica el área del proyecto no presenta riesgo alguno por la ocurrencia de sismos.

***b) Características geomorfológicas***

De acuerdo con la regionalización del INEGI con base en aspectos netamente fisiográficos, la zona de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica “Sierra Madre Oriental”, en la subprovincia “Carso Huasteco”. Una de las características de esta unidad fisiográfica es la variación de la topografía.

*Tabla 193 Provincia y subprovincia fisiográfica en la que se localiza la Región Ecológica.*

| Provincia | Subprovincia | Área ha | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| **Sierra Madre Oriental** | 3,066.99 | 3,066.99 | 100.00% |
| | **Total** | **3,066.99** | **100.00%** |

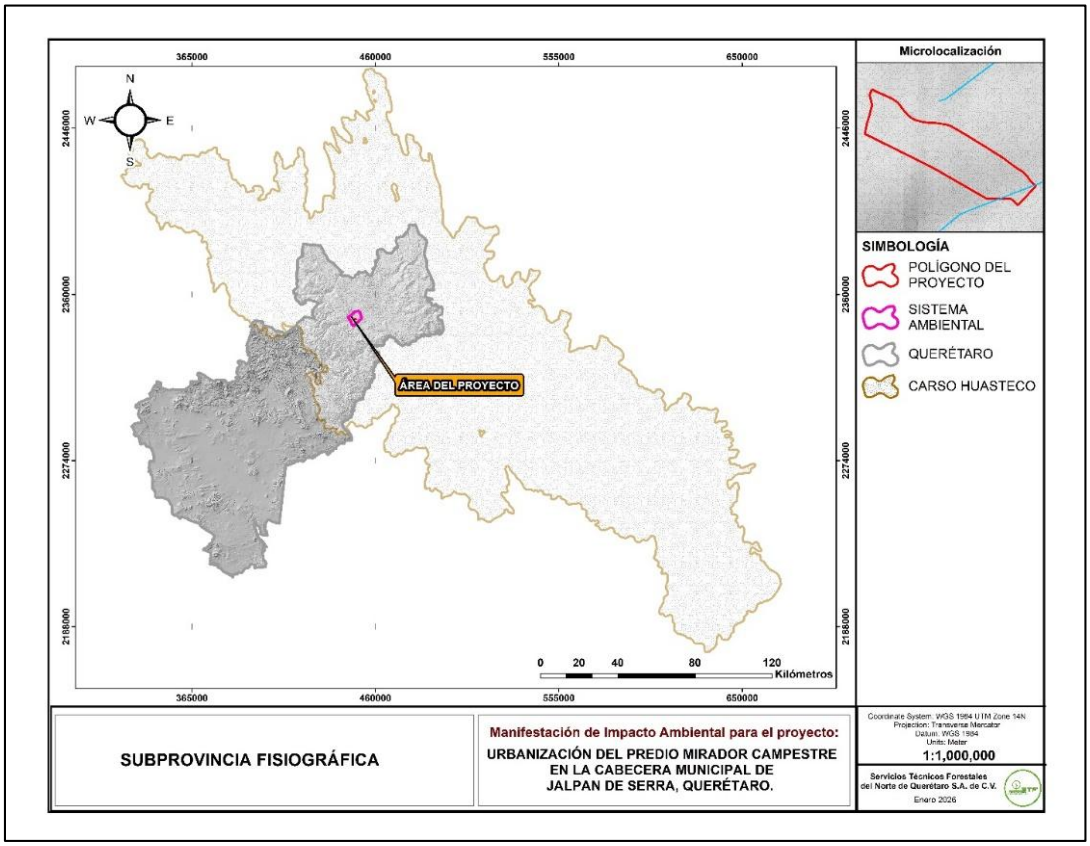



Ilustración 124 Subprovincia fisiográfica donde se localiza en Región ecológica.

Subprovincia Carso Huasteco:

En el estado de Querétaro, esta subprovincia comprende los municipios de Arroyo Seco, Cadereyta de Montes, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller, Pinal de Amoles y San Joaquín. La superficie que ocupa dentro de la entidad es de 5,001.6 km², equivalente al 44.38 % del territorio estatal. La región se caracteriza por altitudes superiores a los 2,600 m.s.n.m. y se encuentra delimitada al norte por el cañón del río Santa María y al sur por el cañón del río Moctezuma, los cuales definen parcialmente los límites interestatales con San Luis Potosí e Hidalgo, respectivamente.

- *Topoformas*

El sistema de topoformas genera una variación en el relieve, encontrándose sitios con pendientes accidentadas, terrenos ondulados y sitios donde el valor de la pendiente se encuentra por debajo del 5%. El predio propuesto para la urbanización se localiza sobre una topoforma característica de sierra alta de laderas convexas.

*Tabla 194 Sistema de topoformas en la Región Ecológica.*

| No. | Descripción | Superficie (ha) | % |
|---|---|---|---|
| **1** | Cañón típico | 646.70 | 21.09 |
| **2** | Sierra alta de laderas convexas | 2,420.29 | 78.91 |
| **Total** | | **3,066.99** | **100.00** |

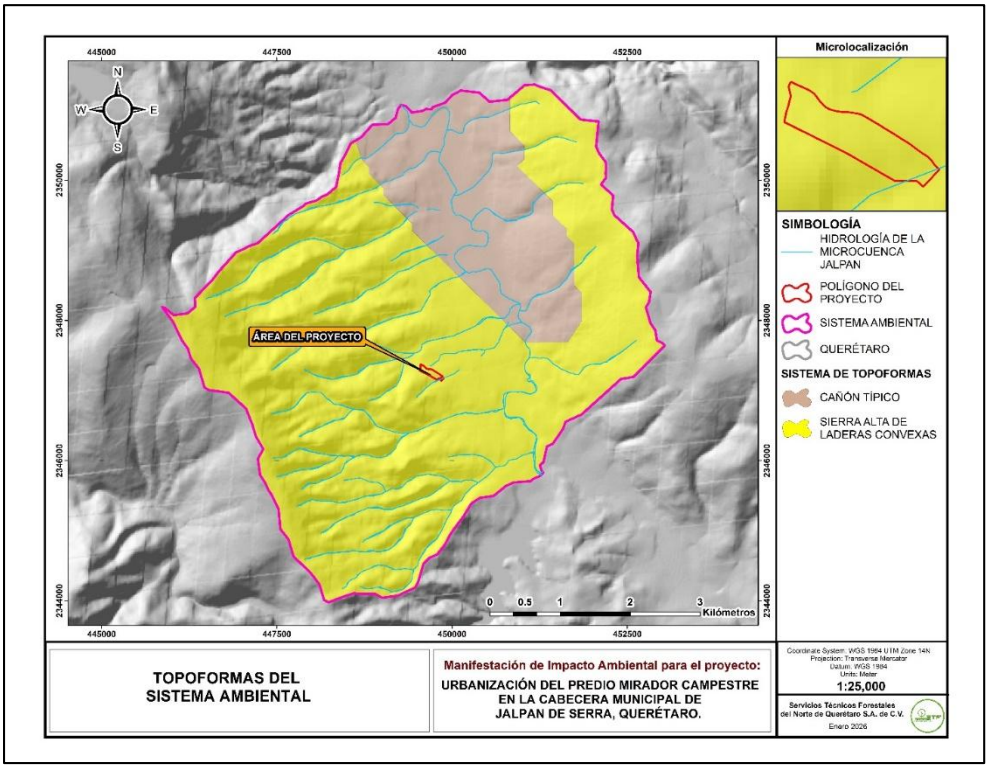



Ilustración 125 Topoformas en la Región Ecológica y el área del proyecto

- *Geomorfología*

La geomorfología de un sitio genera condiciones particulares en el ecosistema, debido a la exposición de la pendiente, lo que genera una variada composición de especies vegetales. En la capa de geomorfología del estado de Querétaro, específicamente para la superficie de la RE se encuentran siete rasgos geomorfológicos:

*Tabla 195 Geoformas en la Región Ecológica*

| No. | Sistema geomorfológico | Área | % |
|---|---|---|---|
| **1** | Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas | 1,211.98 | 39.52 |
| **2** | Estructura de pliegue-bloque de morfología mesiforme. | 833.29 | 27.17 |
| **3** | Valle con planicie aluvial, con fondo plano, poco profundo, muy ancho, y sedimentos | 387.65 | 12.64 |
| **4** | Rampa acumulativa-erosiva de piedemonte de sedimentos de conglomerados en erosión | 278.65 | 9.09 |
| **5** | Laderas montañosas plegadas de calizas masivas con estratos de tipo arrecifal. | 257.21 | 8.39 |
| **6** | Meseta anticlinal con cavidades cársticas de disolución. | 88.06 | 2.86 |
| **7** | Quebrada o valle de ladera de montaña, con lechos en "V" y materiales | 10.14 | 0.33 |
| **Total** | | **3,066.99** | **100.00** |

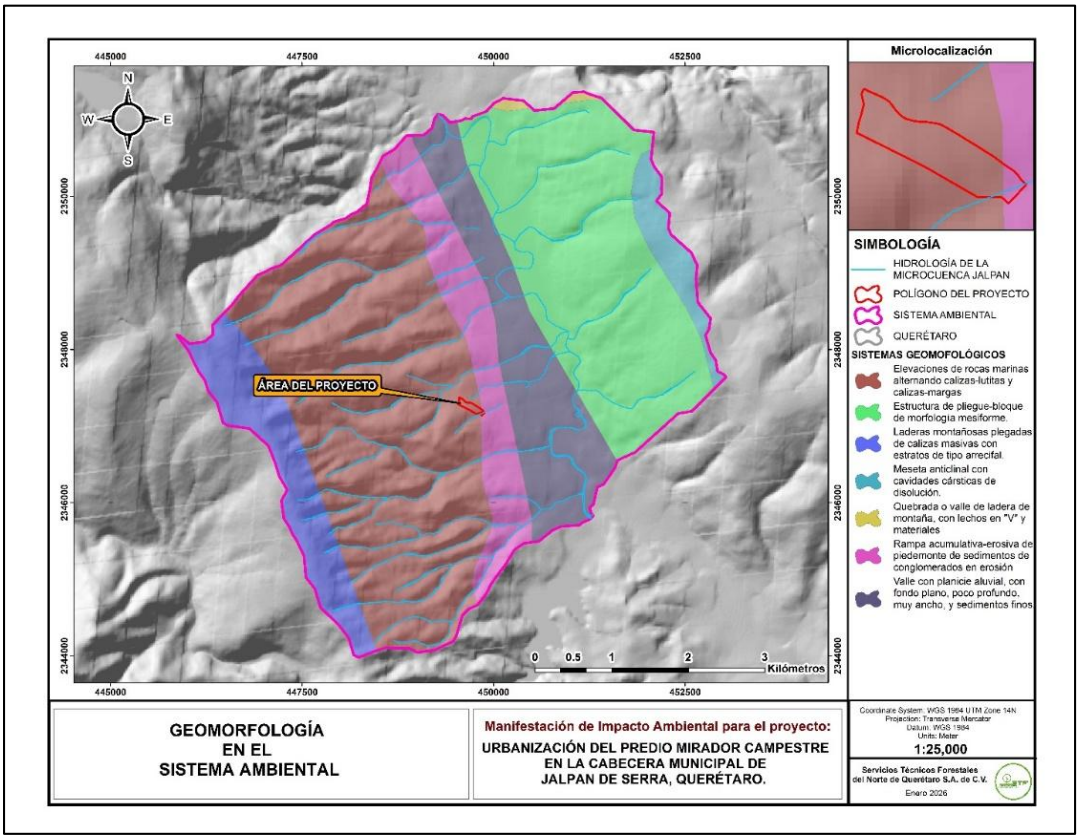



Ilustración 126 Geoformas en la Región Ecológica

La superficie del proyecto se localiza dentro de la geoforma descrita con ***Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas*** Cabe señalar que las características geomorfológicas en el predio no se verán modificadas por el corte y relleno durante la apertura de vialidades debido a la superficie y dimensiones de los cortes, sin embargo, es una modificación puntual en la superficie de urbanización; en gran parte de la microcuenca mantiene sus rasgos.

### *c) Características del relieve*

El relieve de la Región Ecológica se caracteriza predominantemente por lomeríos de baja altitud; las elevaciones varían desde aproximadamente 720 msnm en la porción norte, correspondiente al punto de salida del escurrimiento principal, hasta 1,640 msnm en las zonas más elevadas localizadas hacia el noroeste de la microcuenca. La máxima elevación identificada en la Región Ecológica corresponde al Cerro Caliente, con una altitud de 2,140 msnm el cual da origen al parteaguas de la Región Ecológica, ubicado en el límite noreste de la microcuenca. En el área específica del proyecto, las cotas altimétricas oscilan entre 820 y 840 msnm, lo que representa un desnivel aproximado de 20 m y una pendiente media del 26.9 % en la superficie del predio.

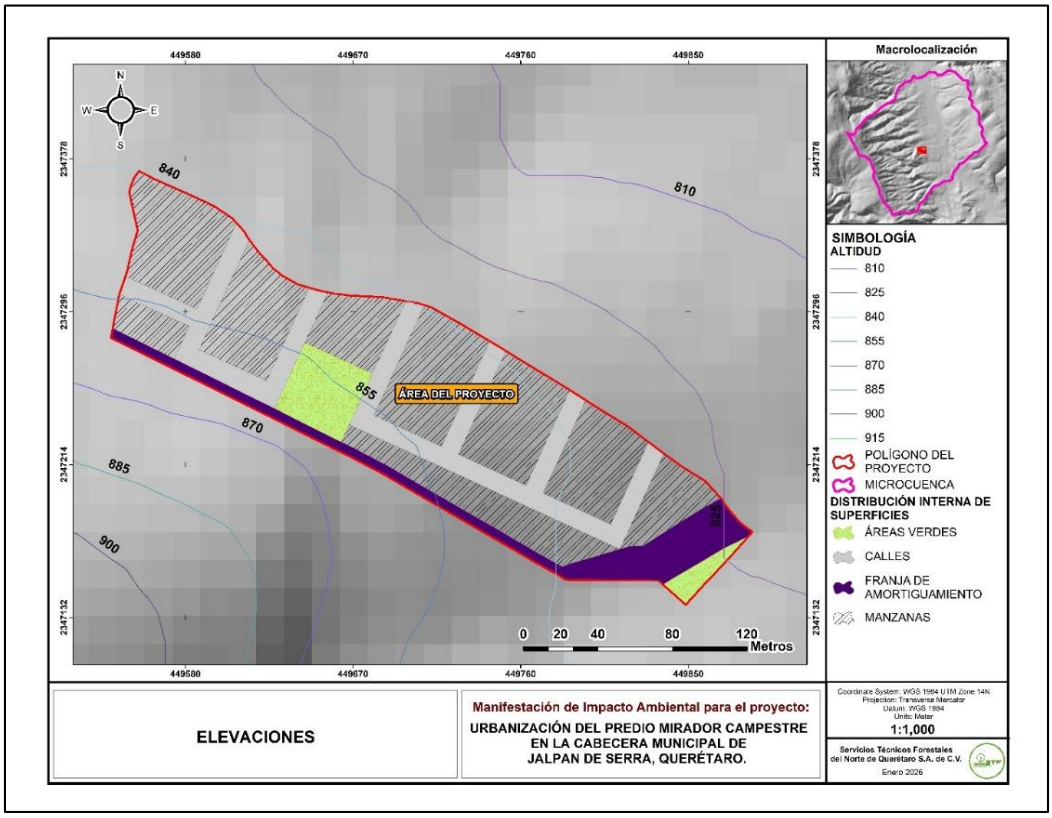



Ilustración 127 Características del relieve en la Región Ecológica.

- *Pendiente*

Al interior de la RE el rango de pendientes que domina oscila entre 15-45%; únicamente una porción en la zona Oeste presenta pendientes más accidentadas con valores que superan el 45%.

En términos generales se considerará una pendiente promedio para toda la microcuenca del 30.25% (derivado del análisis del modelo digital de elevaciones), es decir una pendiente ligeramente accidentada. Para el área de construcción, donde se prevé la remoción de la cobertura forestal, la pendiente promedio es de 23.4%. La exposición que predomina en la zona donde se pretende ejecutar el proyecto es Este y Nordeste. Se tienen los siguientes rangos de pendiente.

El predio propuesto presenta una pendiente promedio de alrededor del 26.9 %.

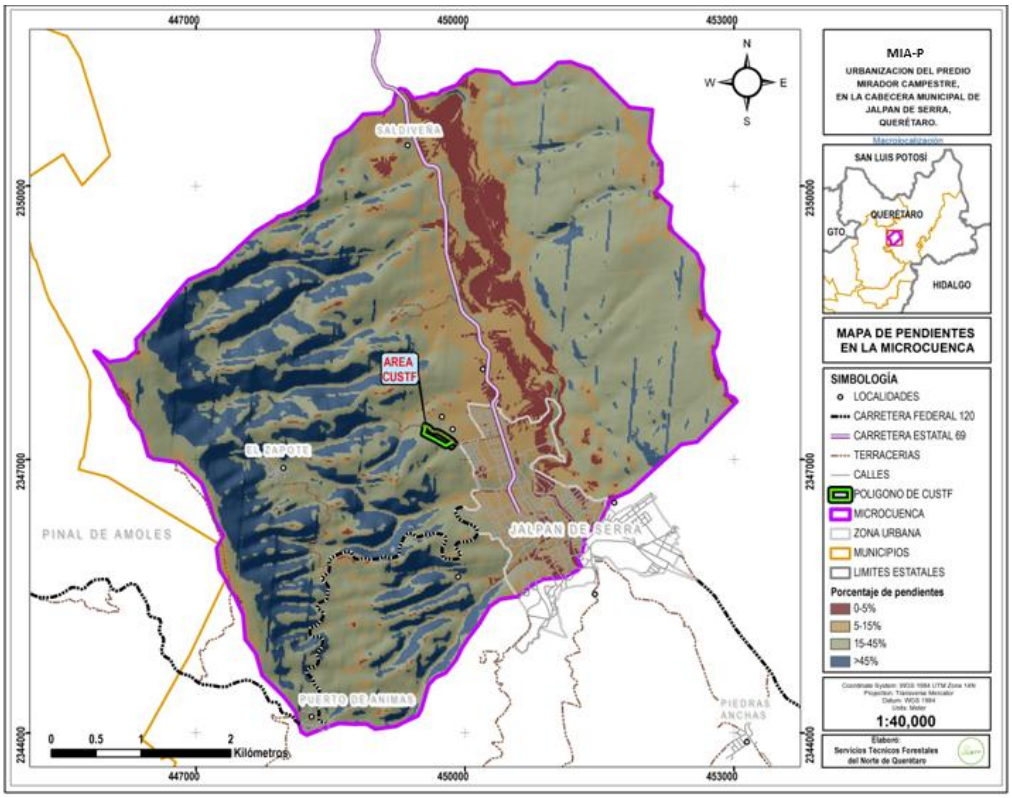


Ilustración 128 Mapa de pendientes en la Región Ecológica

Durante los recorridos de campo no se detectaron suelos que puedan ser considerados como tierras frágiles dentro de la superficie de construcción, la zona como ya se ha mencionado en apartados anteriores no se encuentra en riesgo de deslizamientos de conformidad con el CENAPRED.

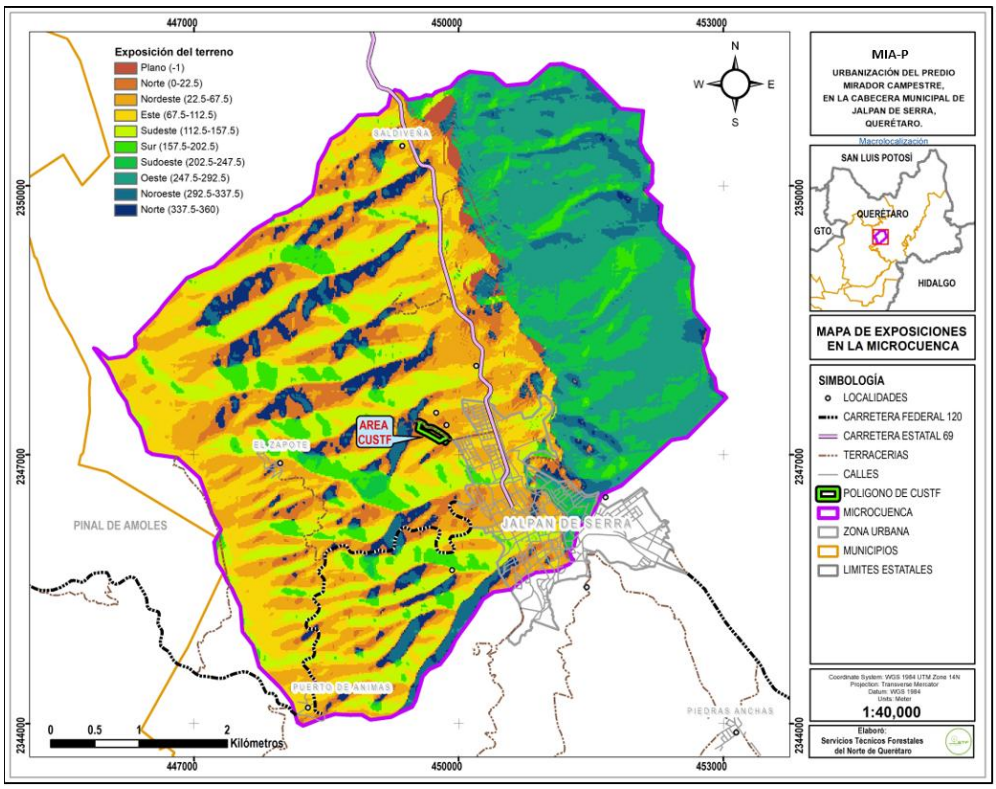



Ilustración 129 Mapa de exposiciones en la Región Ecológica

### *III.3.3.3. Suelos*

#### *a) Tipos de suelo*

Los tipos de suelo se analizaron con la capa edafológica del INEGI, la cual utiliza el sistema de clasificación de suelos de FAO-UNESCO; una de las más importantes para determinar los suelos de una región. Al interior de la Microcuenca se encuentran 3 tipos de suelo.

*Tabla 196 Tipos de suelo en la Región Ecológica (microcuenca Jalpan).*

| Tipo de suelo | Descripción | Textura | | Fase física | Superficie (Ha) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bk+Lk/3/G | Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico | Fina | | Gravosa | 1,914.93 | 62.44 |
| Lc+E+I/3/P | Luvisol crómico asociado a rendzina y a litosol | Fina | | Pedregosa | 709.87 | 23.15 |
| I+Vp+Hh/3 | Litosol asociado a vertisol pélico y a feozem háplico | Fina | | - | 442.19 | 14.42 |
| | | | | **Total** | **3,066.99** | **100.00** |

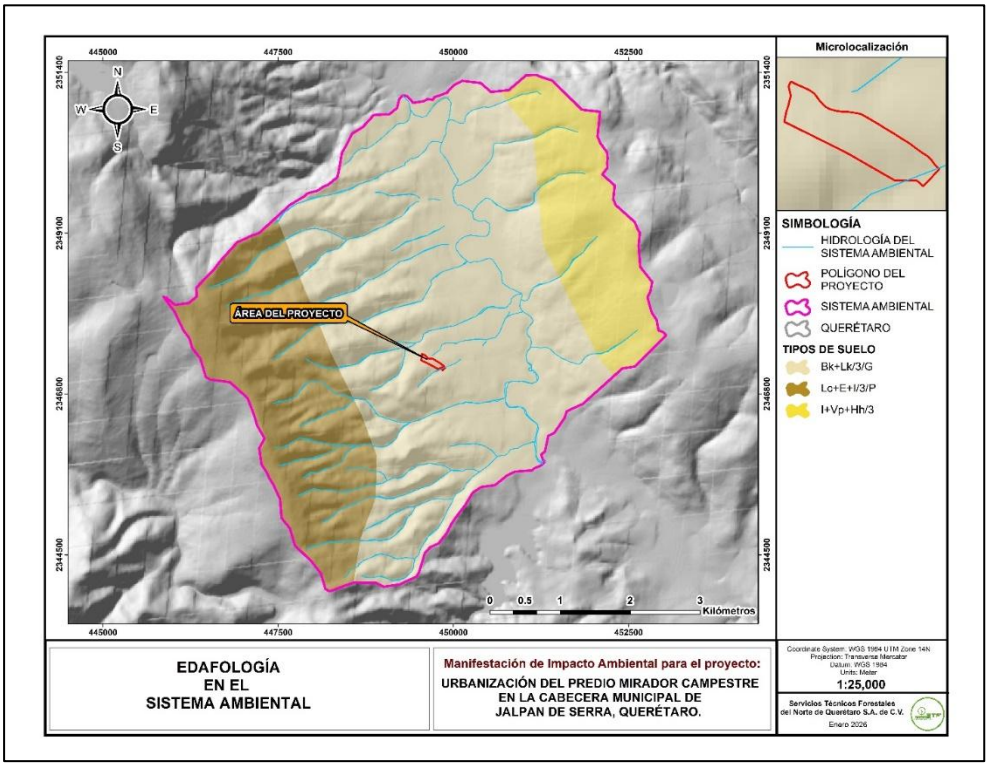



Ilustración 130 Tipos de suelo en la Región Ecológica

Gran parte la RE se encuentra ocupado por un suelo Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico, de textura fina y fase física gravosa, ocupa un 62.44% de la superficie de la microcuenca (1,914.93 hectáreas).

Otro suelo es el Luvisol crómico asociado a rendzina y a litosol y con una textura fina y fase física pedregosa, este tipo de suelo cubre una superficie aproximada de 709.87 ha que representa el 23.15% del total de la Microcuenca, al suroeste de la unidad de análisis. En la parte Noreste se encuentra el suelo menos abundante: Litosol con asociación de vertisol pélico y feozem háplico con textura fina, su superficie se estima en 442.19 ha (14.42%).

## Descripción de los tipos de suelo presentes en la Región Ecológica

**Cambisol (B):** Estos suelos son jóvenes, **poco desarrollados** y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en zonas áridas. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad

algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo.

- **Connotación:** Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano cambiare, cambiar.
- **Material parental:** Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas.
- **Desarrollo del perfil:** Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados.
- **Ambiente:** Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.

Los Cambisoles con alta saturación con bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra, generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente. Los Cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales. En pendientes escarpadas es mejor conservarlos bajo bosque; esto es particularmente válido para los Cambisoles de zonas montañosas. En planicies aluviales bajo riego en la zona seca se usan intensivamente para producción de cultivos alimenticios y aceiteros. En terrenos ondulados o con colinas (principalmente coluviales) se cultivan con una variedad de cultivos anuales y perennes o se usan como tierras de pastoreo. En los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes, pero todavía son más ricos que los Acrisoles o Ferralsoles asociados y tienen una mayor CIC. Los Cambisoles con influencia del agua freática en planicies aluviales son suelos altamente productivos para arroz inundado (paddy soils).

Las definiciones de los elementos formativos para las unidades de segundo nivel se relacionan con GSR, horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, atributos tales como color, condiciones químicas, textura, etc.

**Cálcico (k)**: que tiene un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

*Cambisol cálcico (Bk).* Del latín calx: cal. Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.

**Luvisol (L):** Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general. Su uso está en función con los suelos correspondientes al grupo. **Son impermeables**. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros.

*Luvisol cálcico (Lk)*. Del latín calx: cal. Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.

Específicamente en el área de cambio de uso de suelo (2.5062 has). se distribuye un solo tipo de suelo, Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico, cuya textura es fina y su fase física gravosa (Bk+Lk/3/G) tal y como se muestra en la tabla.

*Tabla 197 Tipos de suelos en el área del proyecto.*

| Clave | Tipo de suelo | Clase textural | Fase física | Área (ha) | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|
| **Bk+Lk/3/G** | Cambisol cálcico asociado a Luvisol cálcico | Fina | Gravosa | 2.7316 | 100.00% |
| | | | **Total** | **2.7316** | **100.00%** |

***b) Estado de conservación del suelo en la microcuenca***

La degradación del suelo por erosión, consiste en el desgaste o la pérdida paulatina de los horizontes edáficos la cual puede presentarse de manera areal (erosión laminar) o de manera lineal (cárcavas), por agentes hídricos, eólicos, kársticos, marinos y glaciales, siendo los dos primeros los más representativos en el territorio mexicano. A pesar de que la erosión constituye un proceso natural, las actividades humanas pueden incrementar la velocidad de erosión con efectos ambientales más severos que los que ocurren de manera natural.

En el estado de Querétaro, la región sur de Pinal de Amoles, todo San Joaquín y Landa de Matamoros, se presentan los índices de mayor pérdida de suelo, con un riesgo de erosión mayor a 200 ton/ha/año, seguidos de los municipios de Arroyo Seco, Peñamiller y **Jalpan con un riesgo de erosión entre 50 y 200 ton/ha/año**. Las zonas con mayor afectación cubren aproximadamente el 23% del territorio Estatal; en el 24% se tienen pérdidas que van de 50 a las 200 ton/ha/año. Las zonas con valores inferiores a las 10 ton/ha/año, cubren aproximadamente el 32% del Estado principalmente en los Municipios de Corregidora, Pedro Escobedo, Tequisquiapan, Ezequiel Montes y Querétaro. De los tipos de erosión (hídrica y eólica), el más significativo en la región es la erosión causada por el flujo de agua, ya que el viento no tiene mucho impacto, debido a la presencia de cubierta forestal.

La erosión de suelos en México es un problema ambiental muy serio que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad. Una clasificación en cuanto a los grados de erosión se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 198 Clasificación de rangos de grados de erosión.*

| Tasa de erosión (Ton/ha/año) | Clasificación |
|---|---|
| <10 | Leve |
| 10 a 50 | Moderada |
| 50 a 200 | Fuerte |
| >200 | Muy fuerte |

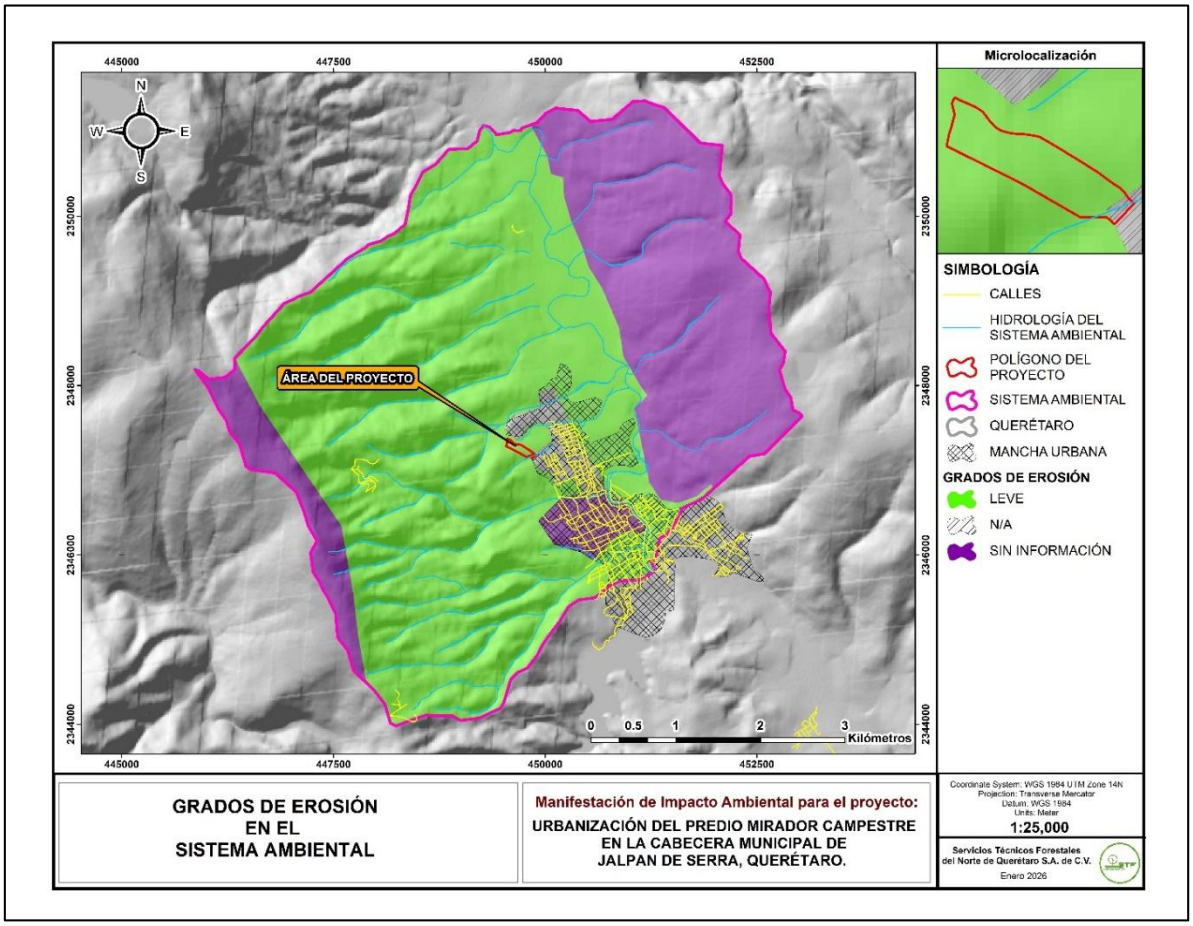



Ilustración 131 Mapa de distribución de los grados de erosiónla Región Ecológica (INEGI).

En gran parte de la RE, particularmente en los sectores nororiente y surponiente, el mapa de grados de erosión indica la ausencia de procesos erosivos evidentes; en la zona media el grado de erosión es clasificado como **leve**, en la porción central, correspondiente a las manchas urbanas, el grado de erosión no aplica debido al uso de suelo urbano. El agente dominante asociado a los procesos erosivos es la precipitación pluvial; la erosión en la microcuenca corresponde a un proceso de origen hídrico, manifestado principalmente como erosión de tipo laminar.

La superficie donde se removerá la vegetación forestal durante la preparación del sitio, supone que los suelos quedarán expuestos a los efectos erosivos de la lluvia

o el viento; sin embargo, la velocidad de los vientos no es muy significativa para que genere un impacto sobre las partículas de suelo hasta el punto de erosionarlo, sin embargo al eliminar la cobertura forestal y llevar a cabo el movimiento de tierras en el despalme, apertura de vialidades, zanjas para introducción de servicios urbanos y posteriormente para la construcción de viviendas, se incrementa la tasa de erosión actual.

## Metodología empleada para determinar la erosión potencial y actual en la microcuenca hidrográfica (SA)

La evaluación del grado de erosión se realizó con la metodología propuesta por Figueroa *et al*., (1992), **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)** bajo el sistema de Unidades Internacionales (mks), este es un modelo matemático desarrollado por Wischmeier y Smith en 1965, para estimar y/o predecir las pérdidas de suelo promedio anuales, y actualmente es una de las metodologías recomendada por el *Natural Resources Conservation Service (NRCS)* del Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Este modelo empírico es el más usado actualmente, donde la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área, por unidad de tiempo; y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); factor de erosionabilidad del suelo (K); factor longitud de pendiente (L); factor por grado de la pendiente (S); factor manejo del cultivo (C) y factor por prácticas de conservación (P). Este modelo, ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.
La función que describe el proceso es:

$$A = R^* K^* LS^* C^* P$$

En donde:
**A** = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]
**R** = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha*mm/hr]
**K** = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ*ha/mm*hr]
**LS** = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional
**C** = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional
**P** = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional.

La estimación de la Erosión Actual se obtiene mediante la multiplicación de los factores que integran la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo en su versión Revisada (RUSLE por sus siglas en inglés).

### *c) Cálculo de la erosión hidrica en la Región Ecolóica*

De acuerdo a la descripción de la ecuación universal de perdida de suelo, las variables se dividen en dos tipos, físicas o cuantitativas y las cualitativas, que se asignan en función de una serie de parámetros también físicos. Las primeras incluyen a los factores R, K, L, S; las variables cualitativas son los factores C y P, estos últimos además son factores manipulables o antropogénicos, por lo que los cuatro primeros factores, en conjunto, definen lo que se denomina erosión potencial, la cual es una condición teórica, bajo la cual el suelo no presenta protección alguna, y como su nombre lo indica es la condición máxima potencial de erosión para un punto o sitio dado. Los factores C y P son elementos atenuantes de la erosión potencial, por lo que una buena injerencia antropogénica sobre estos determina un terreno sustentable o en proceso de degradación.

## Factor de erosividad por lluvia, R

La erosividad de la lluvia es la capacidad potencial de ésta para provocar erosión y es medida a partir de los índices de erosividad, de los cuales el de mayor aplicación es el índice **EI30** propuesto por Wischmeier; definido como el producto de la energía cinética total de la lluvia por la intensidad máxima en 30 minutos. Mide el efecto en que la erosión por salpicamiento y la turbulencia del flujo se combinan con el escurrimiento para remover las partículas del suelo separadas por éste (Figueroa *et. al.*, 1991). En el caso de México, Cortés (1991) formó catorce regiones diferentes para la república, con referencia a la erosividad de la lluvia. Además, se generaron mediante análisis de regresiones ecuaciones que permiten la estimación del factor R de la EUPS en función de la lluvia anual para cada una de las regiones.

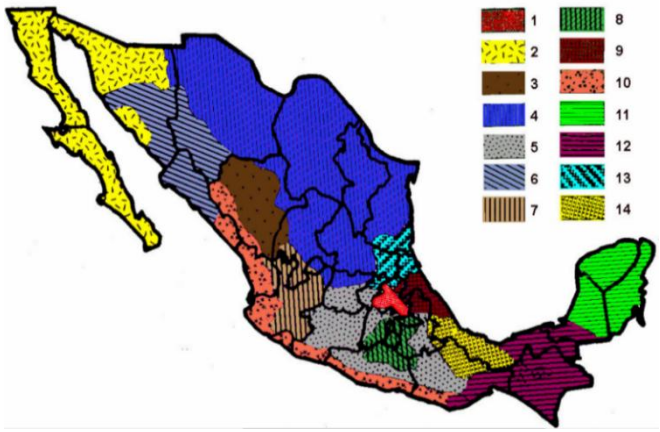



Ilustración 132 Mapa de isoerosividad para la República Mexicana (Cortés, 1991).

| REGIÓN | ECUACIONES $Y = EI_{30}$; x = lluvia anual | $R^2$ |
|---|---|---|
| 1 | $Y = 1.20785x + 0.002276x^2$ | 0.92 |
| 2 | $Y = 3.45552x + 0.006470x^2$ | 0.93 |
| 3 | $Y = 3.67516x - 0.001720x^2$ | 0.94 |
| 4 | $Y = 2.89594x + 0.002983x^2$ | 0.92 |
| 5 | $Y = 3.48801x - 0.000188x^2$ | 0.94 |
| 6 | $Y = 6.68471x + 0.001680x^2$ | 0.90 |
| 7 | $Y = 0.03338x + 0.006661x^2$ | 0.98 |
| 8 | $Y = 1.99671x + 0.003270x^2$ | 0.98 |
| 9 | $Y = 7.04579x - 0.002096x^2$ | 0.97 |
| 10 | $Y = 6.89375x + 0.000442x^2$ | 0.95 |
| 11 | $Y = 3.77448x + 0.004540x^2$ | 0.98 |
| 12 | $Y = 2.46190x + 0.006067x^2$ | 0.96 |
| 13 | $Y = 10.74273x - 0.001008x^2$ | 0.97 |
| 14 | $Y = 1.50046x + 0.002640x^2$ | 0.95 |

Ilustración 133 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país (Cortés, 1991).

De acuerdo a lo anterior, la microcuenca de estudio, se ubica en la Región 13, y le correspondería la Ecuación de Regresión siguiente:

$$\mathbf{R =} 10.74273P - 0.001008P^2$$

Donde:

**R** = Factor de erosividad de la lluvia (MJ mm / ha hr año)
**P** = Precipitación (mm año-1)

Se obtiene el Mapa de Erosividad para microcuenca con la precipitación total anual, obtenida de datos normalizados de las estaciones climatológicas de la zona (1981-2010). Se localizaron las Estaciones Climatológicas para obtener su precipitación, realizar la Interpolación de los datos de precipitación y obtener las isoyetas para generar una cobertura de precipitación que abarque la totalidad del área de Estudio. A este mapa se aplica la ecuación anterior de acuerdo a la zona que le corresponde (13), para así obtener nuestro mapa de **factor R**.

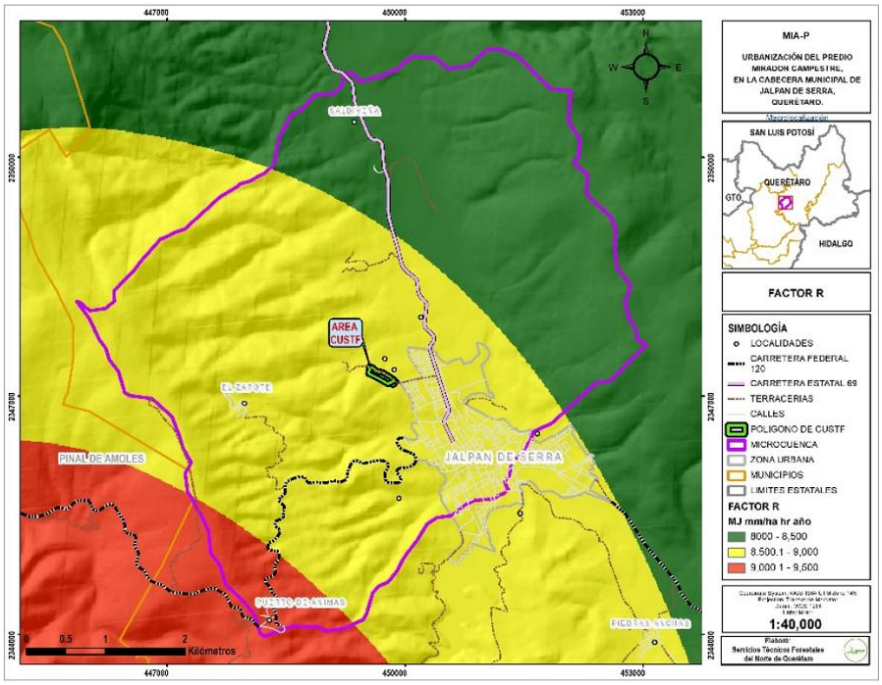


Ilustración 134 Factor R en la microcuenca (SA).

## Factor de erosionalidad del suelo, K

El término erosionabilidad del suelo, sugerido por Cook (1936), se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión. La erosionabilidad de los suelos está influida por algunas propiedades de los mismos, tales como distribución del tamaño de las partículas primarias, materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado.

***Método para determinar el factor K de erosionabilidad de la EUPS.***

En 1971 Wischmeier *et al*. elaboraron un nomograma que permite evaluar el factor K (t ha hr / MJ mm ha) a través de cinco parámetros del suelo:

% de limos + arenas muy finas
% de arena
% de materia orgánica
Estructura
Permeabilidad

Dicho nomograma simplificaba de manera práctica la solución de la siguiente expresión:

$$K = 0.1317 \times [\ 2.1 \times 10\text{-}4 \times (12-a) \times M1.14 \times 3.25 \times (b-2) + 2.5 \times (c-3)\ ] / 100$$

Donde:
M = (Porcentaje de limo + arena muy fina) × (100 - porcentaje de arcilla)
a = Porcentaje de materia orgánica
b = Clave de estructura
c = Tipo de permeabilidad del perfil

Actualmente resulta muy sencillo aplicar la expresión a un sin número de unidades edafológicas mediante hojas de cálculo. Para evaluaciones de erosionabilidad, el % de limos + arenas muy finas se define como: 0.002 mm - 0.10 mm y el porcentaje de arenas como 0.10 mm - 2.0 mm.

**El valor de permeabilidad se refiere a todo el perfil**. Con el nomograma, resulta fácil determinar el valor de K; sin embargo, al igual que en el caso de R, desafortunadamente en muchas regiones de distintos países, no se cuenta con los datos suficientes para utilizar esta metodología. Cuando se presentan estas circunstancias, se recomienda utilizar la Metodología propuesta por la FAO (1980) para estimar el valor de K a partir de la textura superficial y la unidad de suelo, según el sistema de clasificación de la propia FAO (*Becerra M., 1991*). Los valores a utilizar son los siguientes:

*Tabla 199 Valores del factor K, para cada tipo de suelo, según la clasificación de la FAO.*

| ***Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación FAO*** | | ***Textura*** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Símbolo** | **Nombre** | **Gruesa** | **Media** | **Fina** |
| A | Acrisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Af | Acrisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Ag | Acrisol gléyico | 0.026 | 0.030 | 0.013 |
| Ah | Acrisol húmico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Ao | Acrisol ortico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Ap | Acrisol plintico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| B | Cambisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| B (c,d,e,k) | Cambisol crómico, distritico, eutrico, cálcico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Bf | Cambisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Bg | Cambisol gléyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Bh | Cambisol húmico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| ***Bk*** | ***Cambisol cálcico*** | 0.026 | 0.040 | **0.013** |
| B (v,x) | Cambisol vértico, xérico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| C (h,k,l) | Chernozem (háplico, gléyico, eútrico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| D (d,g,e) | Podzoluvisol (dístrico, gléyico, éutrico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| E | Rendzina | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| F (a,h,p,o) | Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| G | Gleysol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Gc | Gleysol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| G (d,e) | Gleysol dístrico éutrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| G (h,m) | Gleysol húmico, mólico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| G (p,x) | Gleysol (plíntico, gélico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Gv | Gleysol vértico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| H (c,g,h,l) | Feozem (calcárico, gléyico, háplico, lúvico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| ***I*** | ***Litosol*** | 0.013 | 0.020 | **0.007** |
| J | Fluvisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Jc | Fluvisol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Jd | Fluvisol dístrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |

| *Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación FAO* | | *Textura* | | |
|---|---|---|---|---|
| **Símbolo** | **Nombre** | **Gruesa** | **Media** | **Fina** |
| Je | Fluvisol eútrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Jt | Fluvisol tiónico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Jp | Fluvisol plíntico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| K (h,k,l) | Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico) | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| L | Luvisol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| La | Luvisol álbico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| ***Lc*** | ***Luvisol crómico*** | 0.026 | 0.040 | **0.013** |
| Lf | Luvisol férrico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Lg | Luvisol gléyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lk | Luvisol cálcico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lo | Luvisol órtico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Lp | Luvisol plíntico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Lv | Luvisol vértico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| M (a,g) | Greysem (ácrico, gléyico) | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| N (d,e,h) | Nitosol (dístrico, éutrico, húmico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| O (d,e,x) | Histosol (dístrico, éutrico, gélico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| P | Podzol | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pf | Podzol férrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pg | Podzol gléyico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Ph | Podzol húmico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Po | Podzol órtico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Pp | Podzol plácico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Q (a,c,f,l) | Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico) | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| R | Regosol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Re | Regosol eútrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Rc | Regosol calcárico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Rd | Regosol dístrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Rx | Regosol gélico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| S | Solonetz | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Sg | Solonetz gléyico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Sm | Solonetz mólico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| So | Solonetz órtico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| T | Andosol | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Th | Andosol húmico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Tm | Andosol mólico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| To | Andosolo ócrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Tv | Andosol vítrico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| U | Ranker | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| V (c,p) | Vertisol (crómico, pélico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| W | Planosol | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Wd | Planosol dístrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| We | Planosol éutrico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Wh | Planosol húmico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Wm | Planosol mólico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Wx | Planosol gélico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| X (k,h,l,g) | Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Y (h,k,l,g,t) | Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico) | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| Z | Solonchak | 0.053 | 0.040 | 0.013 |
| Zg | Solonchak gléyico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Zm | Solonchak mólico | 0.013 | 0.020 | 0.007 |
| Zo | Solonchak órtico | 0.026 | 0.040 | 0.013 |
| Zt | Solonchak takírico | 0.053 | 0.079 | 0.026 |

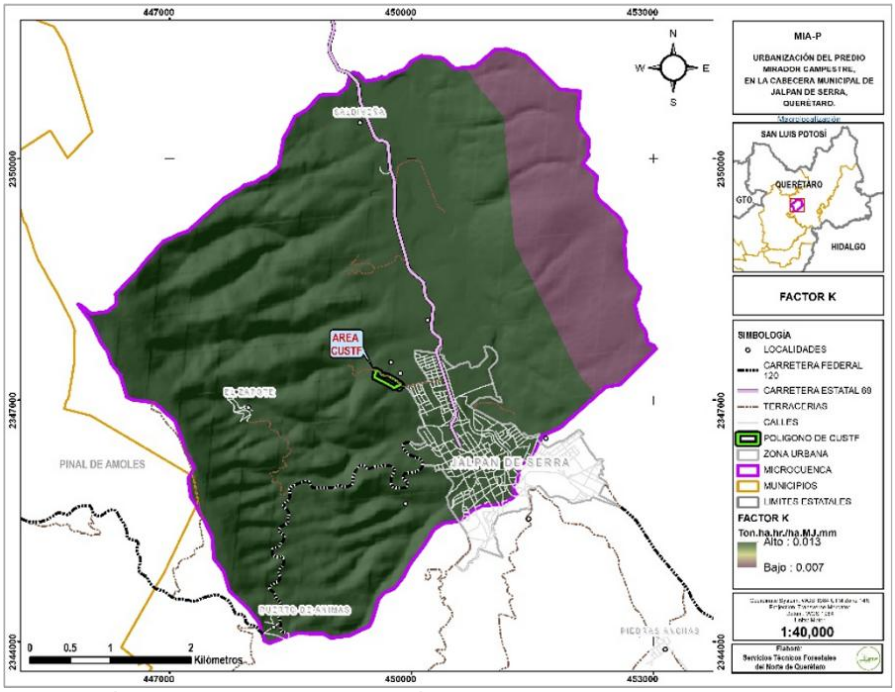


Ilustración 135 Mapa de distribución del factor K, en la microcuenca (SA).

## Factor de longitud de la pendiente, L.

Este factor se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$L = [\ \lambda / 22.1\ ]^{m}$$

Donde:
**λ** = Longitud de la pendiente proyectada en un plano horizontal (m)
**m** = Exponente adimensional

La longitud de la pendiente (**λ**) se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos:

- Punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación, ó
- Punto donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido, que puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido, como el de una terraza, canal interceptor y/o zanja de desviación.

Representa la proyección horizontal terrestre y no la distancia paralela a la superficie del terreno (inclinación del terreno); el segundo valor (m) es adimensional y está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación, por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas vegetativas.

El valor del exponente **m** varía dependiendo de la relación de **β** (abajo definida) y que es una función de la pendiente, la erosión entre canalillos (debida al impacto de

las gotas de lluvia) y la erosión en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo a la relación propuesta por Foster et al (1977):

$$m = [\ \beta / (1+ \beta)\ ]$$

Los valores de la relación **β** para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a la erosión entre y en canalillos, fueron calculados por McCool *et al* (1989), utilizando la relación:

$$\beta = (\text{sen}\theta/0.0896) / [3.0\ \text{sen}\theta^{0.8} + 0.56]$$

Donde:
**θ =** Ángulo de la pendiente en radianes

Cuando se evalúa la erosión del suelo a escala de cuencas hidrográficas, usando las metodologías USLE (Wischmeier y Smith, 1978) o RUSLE (Renard et al., 1997), el mayor inconveniente se presenta en el cálculo del factor topográfico LS. Esto se debe a su concepto original basado en parcelas experimentales de erosión, con terrenos uniformes tanto en pendiente como en longitud del flujo superficial (Barrios R., 2000). El inconveniente surge cuando se pretende utilizar estas metodologías a nivel de cuencas hidrográficas al intentar estimar la longitud del terreno (λ). Diferentes autores coinciden en que la longitud del terreno λ debe sustituirse por el área aportadora unitaria. Metodología que se utilizó en el presente estudio para la determinación del factor topográfico L.

Mediante este procedimiento se calcula inicialmente la acumulación de flujo mediante un modelo de elevaciones, y se interpreta como la distancia que hay desde el punto que inicia el flujo superficial hasta la celda donde empieza a existir sedimentación.

El factor L, tomando en cuenta el área de drenaje aportadora unitaria (Desmet & Govers, 1996) se define de acuerdo a lo siguiente:

$$L_{ij-in} = \frac{[(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - (A_{ij-in})^{m+1}]}{(D^{m+2}) \times (x_{ij}{}^m) \times (22{,}13)^m}$$

Donde:
**Lij-in** = Longitud de la pendiente para cada celda del grid.
**Aij-in** = Área de drenaje aportadora unitaria en la entrada de la parte más alta de la celda.
**D** = Tamaño de la celda en metros.
**m** = Exponente adimensional del factor L
**xij** = (sen αi,j + cos α i,j)(Factor de corrección de forma)

En primera instancia se obtuvo el Modelo de Elevación Digital, extraído del CEM3.0 de INEGI, de ≈15 m de resolución espacial.

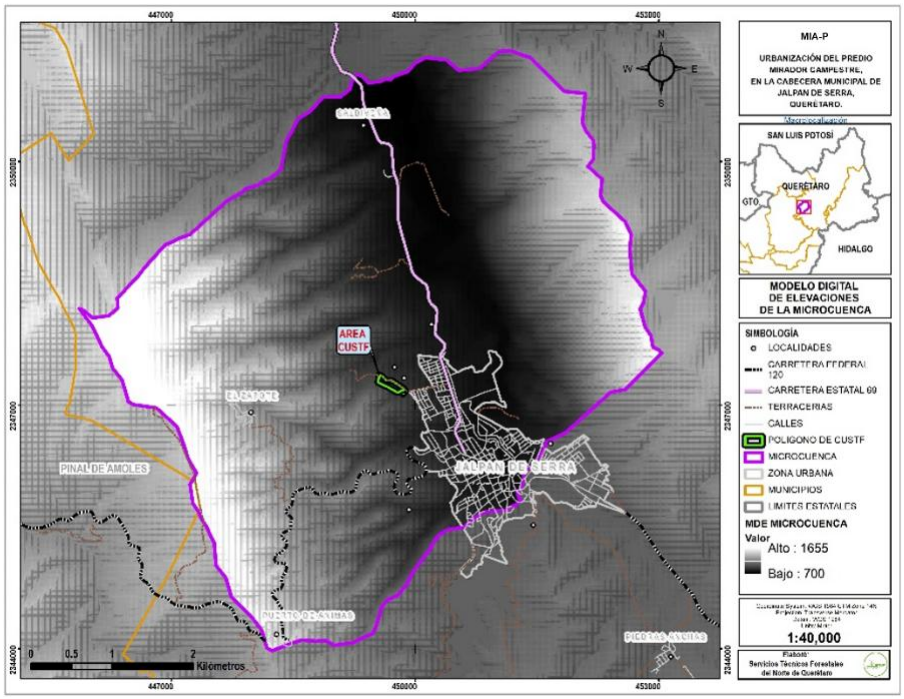


Ilustración 136 Modelo digital de elevaciones (MDE) del INEGI.

Una vez obtenido el Modelo de Elevación Digital, se procede a obtener el mapa de pendientes en grados, y este a su vez se convierte a radianes según la metodología expuesta:

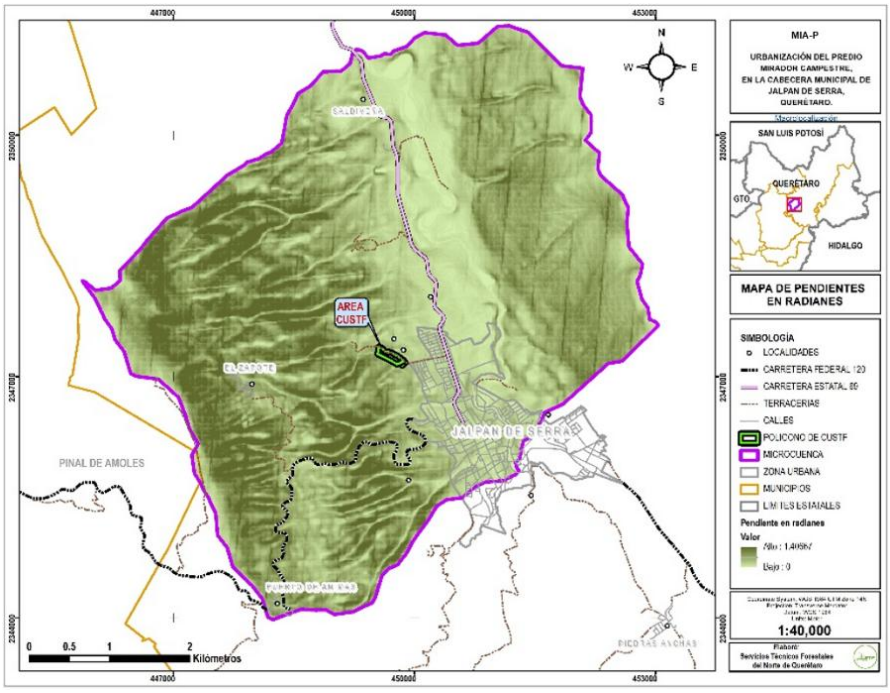


Ilustración 137 Conversión de la pendiente a radianes

Una vez obtenida la pendiente en radianes, se calcula el subfactor **F**, de acuerdo a la siguiente expresión: **$F = (sen\theta/0.0896) / [3.0\ sen\theta^{0.8} + 0.56]$**:

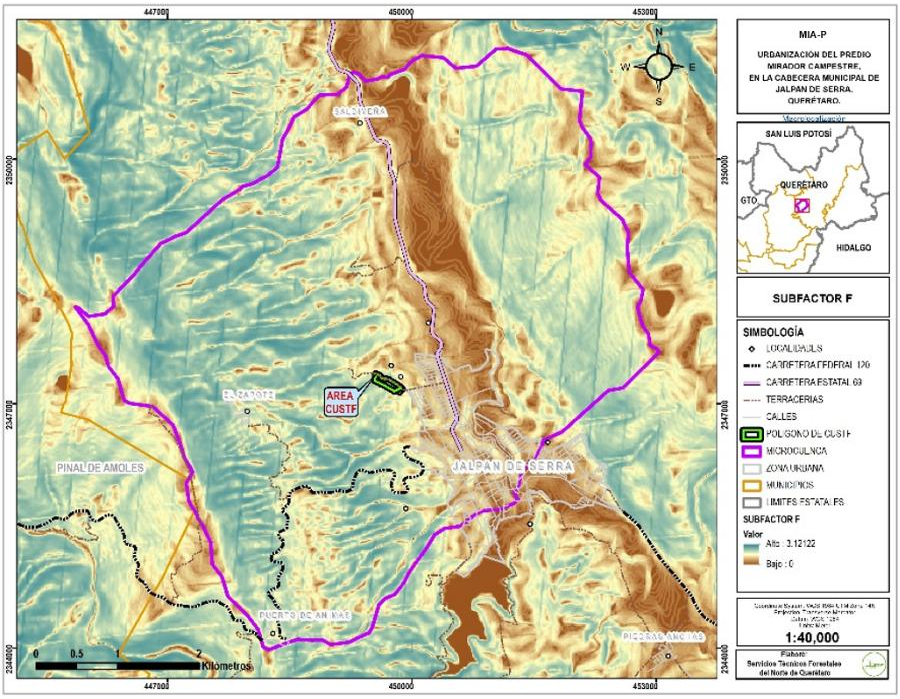


Ilustración 138 Obtención del subfactor F, utilizado para el cálculo del exponente "m".

Se calcula el exponente "**m**", con la ecuación mencionada anteriormente:

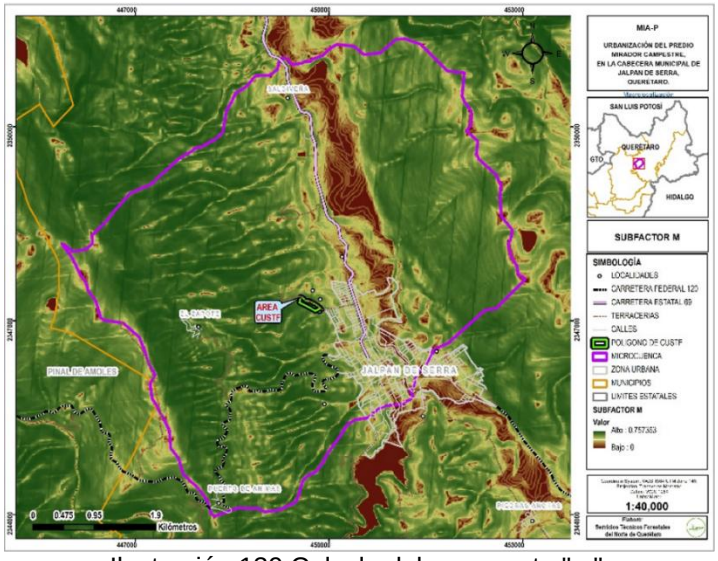


Ilustración 139 Calculo del exponente "m".

El siguiente paso es calcular el **factor L**, mediante la ecuación definida por Desmet & Govers, 1996, que considera el área de drenaje aportadora unitaria. Se realiza una corrección del modelo de elevación digital generado a partir de las cartas

topográficas, que consiste en rellenar pequeñas imperfecciones o depresiones generadas en la creación del MDE, con la intención de evitar posibles interrupciones en el cálculo de la dirección del flujo y su acumulación. Se corrige el modelo de elevación, se calcula la cobertura de dirección del flujo y, finalmente la acumulación, valor a utilizarse en la ecuación.

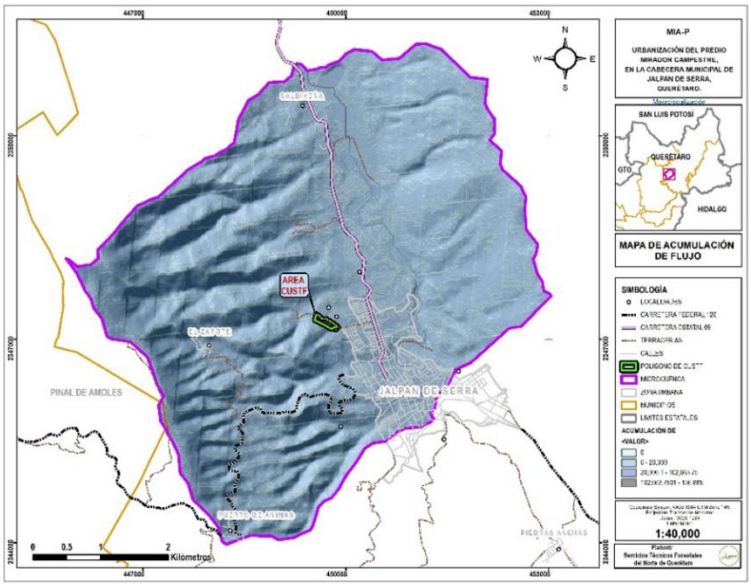


Ilustración 140 Acumulación de flujo

Hasta este punto, se tienen todos los insumos a utilizar en la ecuación de Desmet & Govers, 1996. Quedando el Factor L (longitud de la pendiente):

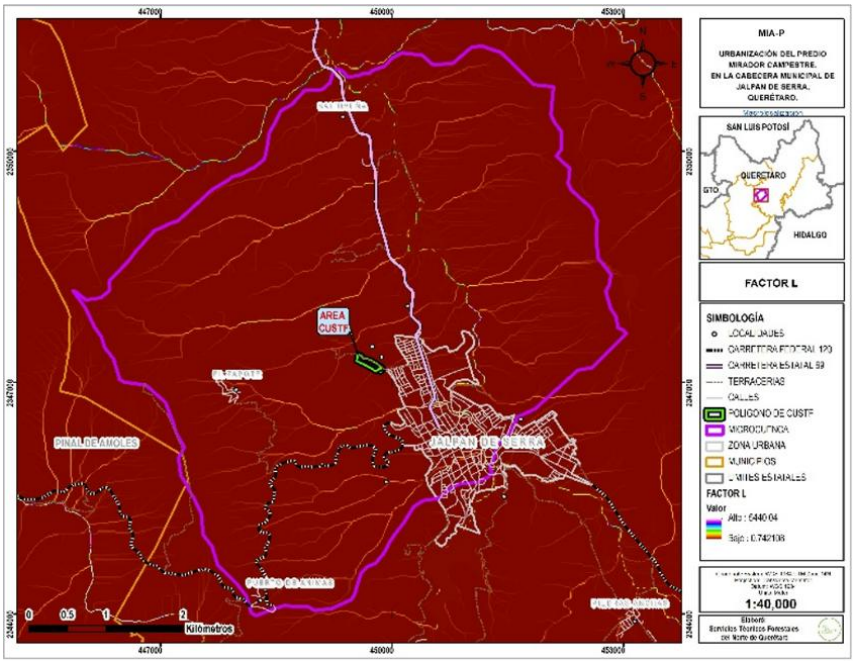


Ilustración 141 Factor L (Longitud de la pendiente) calculado para la zona de estudio.

## Factor de grado de pendiente, S.

Este factor incorpora el efecto de la topografía a la EUPS, lógicamente la pérdida de suelo aumenta al incrementarse la pendiente (θ) del terreno, siendo este factor más determinante que la longitud de la misma. Según Figueroa et al, el Factor S se evalúa utilizando la relación propuesta por McCool, et al 1987.

**S = 10.8 sen θ + 0.03 para pendientes < 9%**
**S = 16.8 sen θ - 0.50 para pendientes ≥ 9%**

Donde: **θ = Ángulo de la pendiente en radianes**

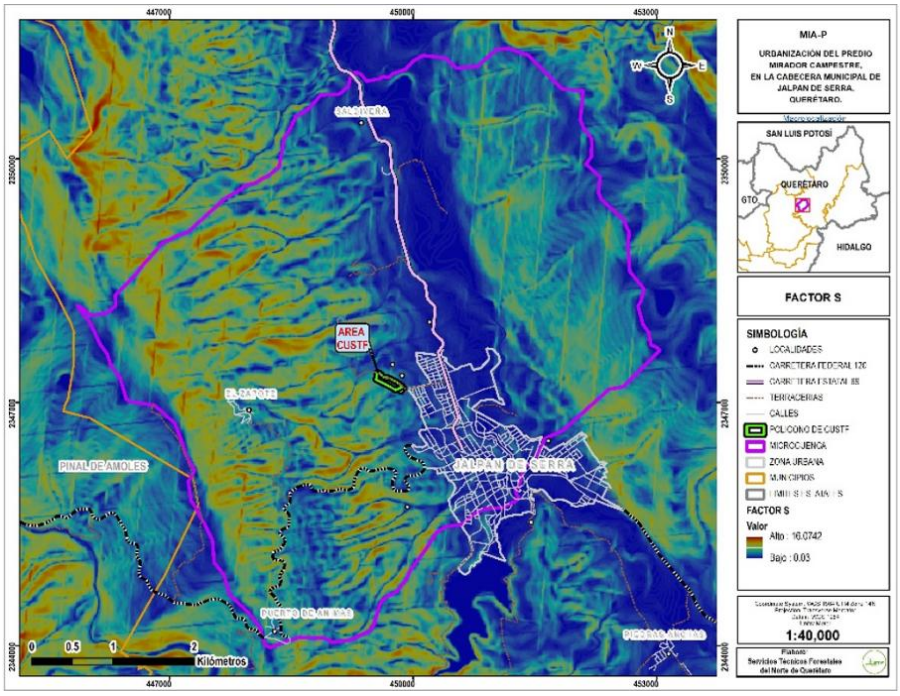


Ilustración 142 Determinación del Factor S, inclinación de la pendiente.

Finalmente se integra en una cobertura y como uno solo el **Factor LS** de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo:

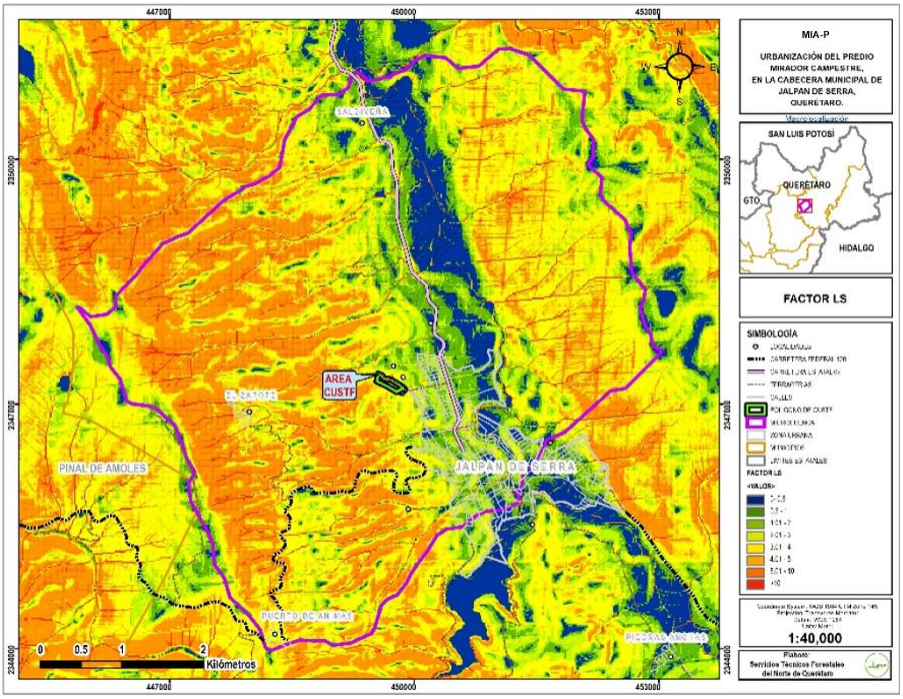


Ilustración 143 Mapa de Distribución de la Longitud (L) y el Grado de la Pendiente (S).

## Erosión potencial = R * K* LS

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pueden perder de 0 hasta más de 200 ton/ha/año de suelo, siendo la menor perdida en las partes más bajas de las microcuencas donde se forma el valle y las pérdidas más altas en la parte de la serranía donde el suelo tiene pendientes muy pronunciadas. Por lo tanto, en la situación hipotética de una **remoción total de la vegetación dentro de la microcuenca** de estudio, se tendrían pérdidas de suelo como se muestra en la siguiente ilustración:

*Tabla 200 Pérdida de suelo en ton/ha/año para el área de estudio de acuerdo al rango definido por la FAO, 1980.*

| Erosión Clases | Pérdida de suelo t/ha/año | Superficie en hectáreas | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| Nula o ligera | <10 | 51.38 | 1.68% |
| Moderada | 10-50 | 154.24 | 5.03% |
| Alta | 50-200 | 804.98 | 26.25% |
| Muy alta | >200 | 2,056.40 | 67.05% |
| **Total** | | **3,066.99** | **100.00%** |

<u>Pérdidas de suelo en toneladas por año en la zona de estudio</u>

Para obtener las toneladas por año que se pierden en la zona de estudio, se realiza la suma de cada valor de todas las celdas, PREVIA conversión de los valores de

cada una de ellas de ton/ha/año a ton/año, lo cual significa multiplicar dicho valor actual (*GRIDCODE*) por el área de cada pixel (celda) que en este caso es de 0.0223 has (14.93 x 14.93 m de resolución); lo que da un valor de: **1,149,127.67 ton/año**, que corresponden a la pérdida total de suelo en toneladas por año en la superficie total de la RE, con una media de 377.24 ton/ha/año.

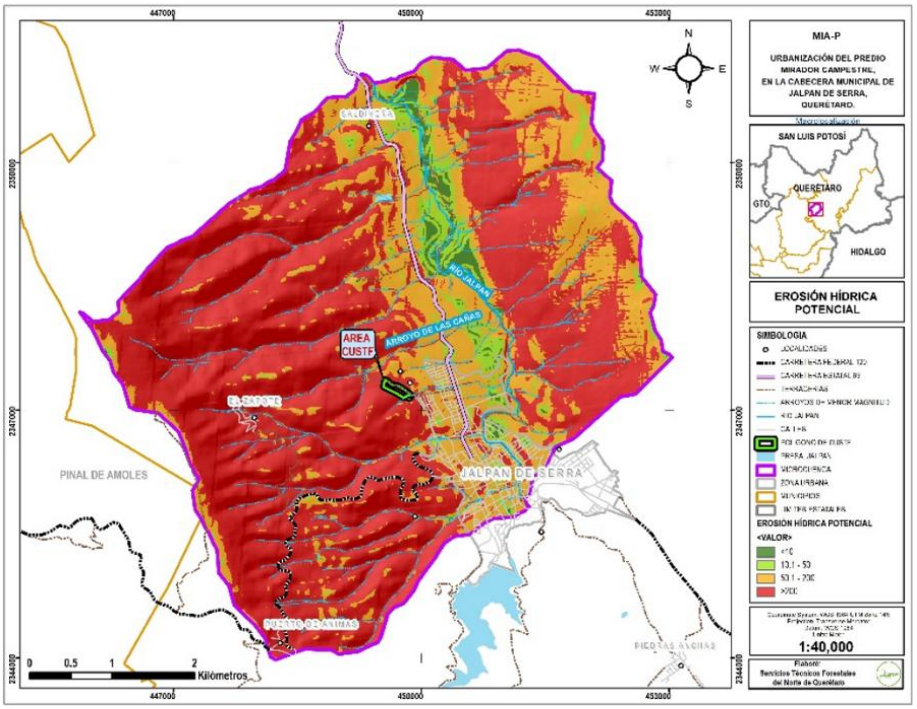


Ilustración 144 Mapa de erosión hídrica potencial.

## Factor de uso y manejo del suelo y vegetación, C.

El factor C de la USLE representa el grado de protección que un determinado tipo de cubierta vegetal ofrece al suelo, en oposición al resto de las variables que facilitan la erosión hídrica. En el factor C están representados los efectos del porcentaje de cubrimiento de la vegetación, el efecto protector de los residuos vegetales incluidos en la hojarasca y la acción de agregación que tienen las raíces en el suelo. El factor C aparece como el más subjetivo, especialmente en materias de índole forestal, puesto que su determinación aúna antecedentes puntuales de investigaciones, más que datos resultantes de una planificación seria y constante. Diferente es el caso de los suelos de aptitud agrícola, dado que USLE fue establecida primordialmente para este tipo de terrenos y la gran mayoría de los datos y parámetros existentes derivan de ellos. El factor C para cultivos agrícolas incluye los efectos de labores anexas, tales como preparación del sitio, época de siembra y rotaciones anuales para diferentes tipos de clima y suelo (Mancilla, 2008).

Determinar el factor C existen tabulaciones y no ecuaciones. Para terrenos agrícolas las tabulaciones para C pueden considerarse más precisas, puesto que poseen

mayor número de datos. Para sitios forestales las tabulaciones denotan un sesgo importante, que obliga muchas veces a efectuar varios supuestos. La determinación del factor C para cultivos agrícolas requiere el detalle de todas las labores de la rotación y sus equivalentes de erosividad por periodo de rotación. Estas respuestas pueden ser entregadas por USLE. En el caso de bosques con manejo, sería entonces igualmente importante poder incorporar el detalle de cobertura, rotación, época del año, cortas intermedias, residuos, etc., todos los cuales influyen en C. sin embargo, USLE no es capaz de entregar todas las alternativas para valorar C en dichas circunstancias.

*Valores tabulados para terrenos boscosos.*

Originalmente, USLE entrega tabulaciones para valores de C en áreas boscosas de ciertas características: I) terrenos forestales inalterados, II) terrenos forestales empleados para pastoreo, quemados o cosechados de manera selectiva, III), terrenos forestales que han tenido labores de preparación de sitio post-cosecha y están en vías o han sido recientemente restablecidos. Para el primer caso, bosques inalterados, el cuadro que sigue muestra los valores tabulados:

*Tabla 201 Valores C para terrenos forestales sin alterar (adaptado de Tabla 11 de Wischmeier y Smith, 1978)*

| Porcentaje de cobertura de árboles y sotobosque | Porcentaje de cobertura de hojarasca | Factor C |
|---|---|---|
| 100-75 | 100-90 | 0.0001 - 0.001 |
| 70-45 | 85-75 | 0.002 - 0.004 |
| 40-20 | 70-40 | 0.003 – 0.009 |

Para el caso de los terrenos forestales pastoreados, quemados o con cosecha selectiva, el empleo de los valores listados en el cuadro anterior, bastantes bajos en rigor, no es conveniente, puesto que habrá un efecto de degradación de la condición inalterada.

En ese sentido, para la estimación del Factor C, se utilizaron los valores de la tabla siguiente, empleada para la elaboración del Mapa Nacional de Erosión Potencial, elaborado por Montes-León publicado en la revista Tecnología y Ciencias del Agua, vol II, num 1, de enero-marzo del 2011.

*Tabla 202 Factor para vegetación y/o uso de suelo.*

| Vegetación y/o uso de suelo | Factor C | Vegetación y/o uso de suelo | Factor C |
|---|---|---|---|
| Bosque de ayarin | 0.01 | Pastizal gipsofilo | 0.25 |
| Bosque de cedro | 0.01 | Pastizal halofilo | 0.25 |
| Bosque de encino | 0.1 | Pastizal inducido | 0.02 |
| Bosque de encino-pino | 0.01 | Pastizal natural | 0.07 |
| Bosque de galería | 0.1 | Popal | 0.85 |
| Bosque de oyamel | 0.01 | Pradera de alta montaña | 0.05 |
| Bosque de pino | 0.01 | Sabana | 0.54 |
| Bosque de pino-encino | 0.01 | Sabanoide | 0.54 |

| Vegetación y/o uso de suelo | Factor C | Vegetación y/o uso de suelo | Factor C |
|---|---|---|---|
| Bosque de táscate | 0.01 | Selva alta perennifolia | 0.45 |
| Bosque de mesófilo de montaña | 0.01 | Selva alta subperennifolia | 0.45 |
| Chaparral | 0.65 | **Selva baja caducifolia** | **0.5** |
| Manglar | 0.1 | Selva baja espinosa caducifolia | 0.5 |
| Matorral crasicaule | 0.65 | Selva baja espinosa subperennifolia | 0.5 |
| Matorral de coníferas | 0.2 | Selva mediana caducifolia | 0.45 |
| Matorral desértico microfilo | 0.25 | Selva mediana perennifolia | 0.45 |
| Matorral desértico roetofilo | 0.25 | Selva mediana subcaducifolia | 0.45 |
| Matorral espinoso tamaulipeco | 0.45 | Tular | 0.1 |
| Matorral rosetofilo costero | 0.25 | Vegetación de desiertos arenosos | 0.85 |
| Matorral sarcocaule | 0.25 | Vegetación de dunas costeras | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule | 0.25 | Vegetación de galería | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule de neblina | 0.25 | Vegetación halófila | 0.85 |
| Matorral submontano | 0.35 | Zona urbana | 0.005 |
| Matorral subtropical | 0.12 | Cuerpos de agua | 1 |
| Mezquital | 0.65 | Agricultura en riego | 0.55 |
| Palmar inducido | 0.75 | Agricultura de temporal | 0.75 |
| Palmar natural | 0.75 | Agricultura de humedad | 0.25 |

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo. Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). Además de la vegetación activa, en el valor de C se toma en cuenta la presencia de residuos de plantas muertas, las raíces, los sistemas radiculares de los pastos y árboles, ya que todos estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración.

Para la obtención del Factor C, se obtuvo la cobertura de uso de suelo y vegetación de las capas vectoriales del INEGI serie VII; se asignaron los valores mostrados en la tabla de Factor C:

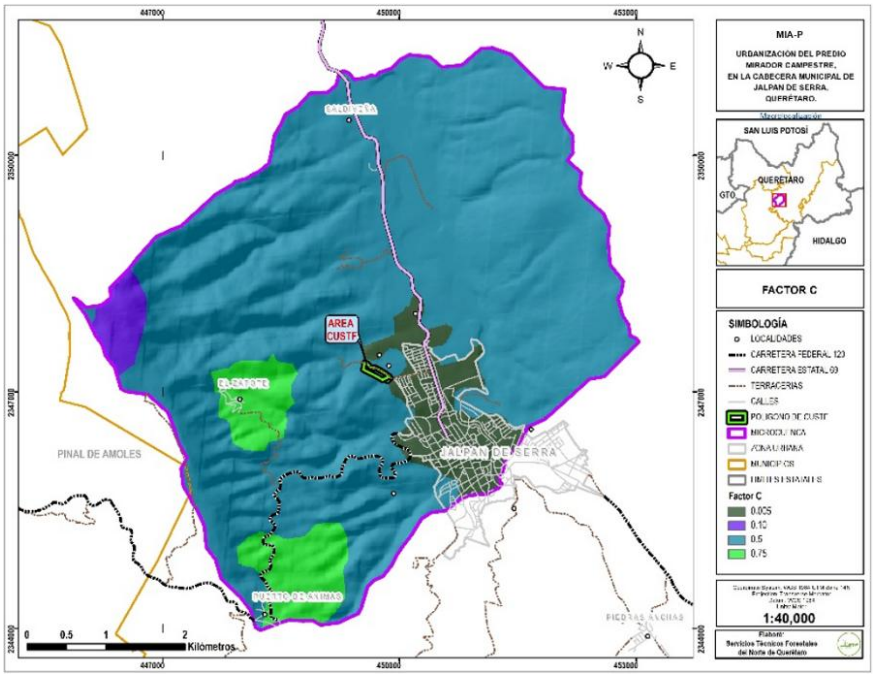


Ilustración 145 Factor C, cobertura vegetal en la microcuenca

## Erosión actual = R * K * LS*C

La estimación de la Erosión Actual se obtiene mediante la multiplicación de los factores que integran la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo en su versión Revisada (RUSLE por sus siglas en inglés). En este caso, no se incluye el factor P, que corresponde a las prácticas de conservación de suelo, de acuerdo a las labores agrícolas, esto debido a que no se cuenta con esta información y para el caso de estudio de microcuencas es prácticamente imposible la obtención detallada de dicha información.

*Tabla 203 Pérdidas de suelo en ton/ha/año para la zona de estudio, de acuerdo al rango definido por la FAO, 1980.*

| Erosión Clases | Rango de Pérdida de suelo t/ha/año | Superficie En Hectáreas | Pérdida de suelo t/año | Pérdida Promedio t/Ha/Año | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|
| Nula o ligera | <10 | 338.60 | 638.69 | 1.886 | 11.04% |
| Moderada | 10-50 | 307.96 | 9,810.80 | 31.857 | 10.04% |
| Alta | 50-200 | 1,127.74 | 134,712.96 | 119.454 | 36.77% |
| Muy alta | >200 | 1,292.69 | 451,554.44 | 349.315 | 42.15% |
| **Total** | | **3,066.99** | **596,716.88** | **195.183*** | **100.00%** |

*Dato obtenido promediando todos los valores de todos los pixeles que conforman el mapa de Erosión, sin importar la clasificación de rangos (no coincide con el "promedio de promedios" de los cuatro rangos especificados ya que cada categoría tiene diferente cantidad de datos).

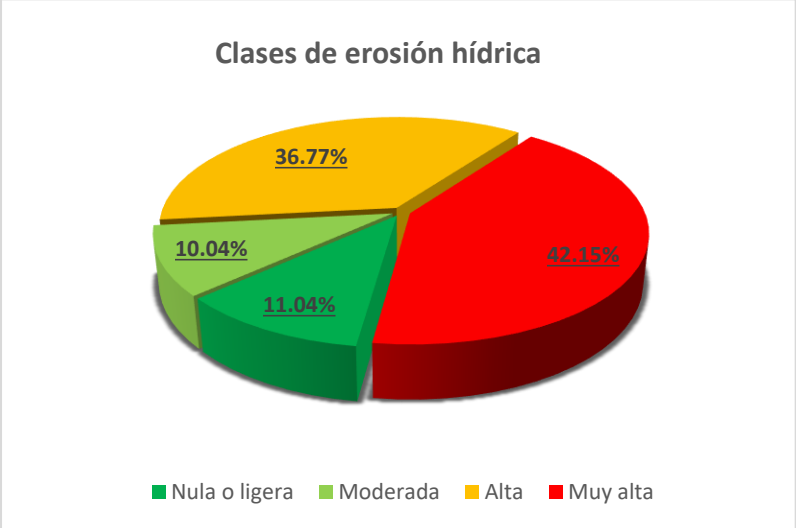



Ilustración 146 Clases de erosión hídrica actual en la microcuenca (SA).

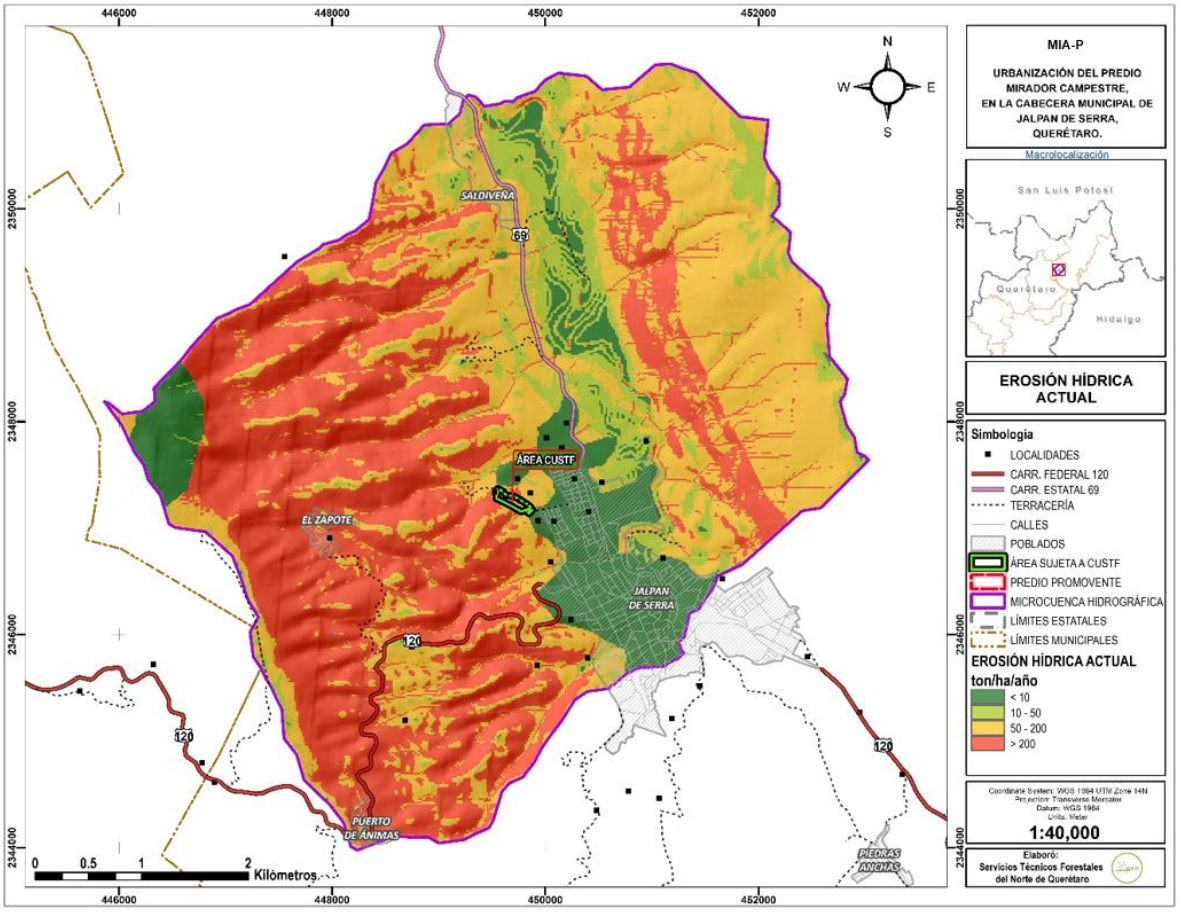



Ilustración 147 Mapa de la distribución de la Erosión hídrica Actual (ton/ha/año) para la zona de estudio.

### *d) Cálculo de la erosión eólica en la región ecológica*

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento (*Armorox A., J. 2010*).
El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

1) Vientos fuertes y frecuentes
2) Superficies llanas expuestas al viento
3) Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con una inexistente o degradada estructura del suelo.
4) Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones
5) Poca cubierta vegetal. Así un pastoreo abusivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica.

El movimiento de las partículas se produce por acción del viento y puede ser, en función de su tamaño, por rodado (>0,5 mm), por saltación (0,05-0,5 mm), o en suspensión (< 0,1 mm) (*Armorox A., J. 2010*).

Para el cálculo de la erosión eólica se utilizó la metodología desarrollada por FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por SEDUE 1988) la cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{EROEO = IAVIE \times CATEX \times CAUSO \quad -------(1)}$$

Donde:

**EROEO** = Erosión eólica (ton/ha/año).
**IAVIE** = Índice de Agresividad del Viento.
**CATEX** = Calificación de la clase de textura y fase física.
**CAUSO** = Calificación de Uso de Suelo.

Cada uno de los factores que influyen en la erosión eólica se calculan de la siguiente manera:

**<u>Índice de Agresividad del Viento (IAVIE)</u>**

$$\mathbf{IAVIE = 160.8252 - 0.7660*PECRE \quad ---------(2)}$$

Donde:

**PECRE** = Periodo de Crecimiento, definido por la FAO (1978) como el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y una temperatura favorable para el desarrollo de los cultivos.

Este se obtiene a partir de la Carta de Precipitación o mediante los datos de precipitación media anual de la estación más cercana, empleando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{PECRE= 0.2408\ (Prec.\ Media) - 0.0000372\ (Prec.\ Media)^2 - 33.1019 \quad -------(3)}$$

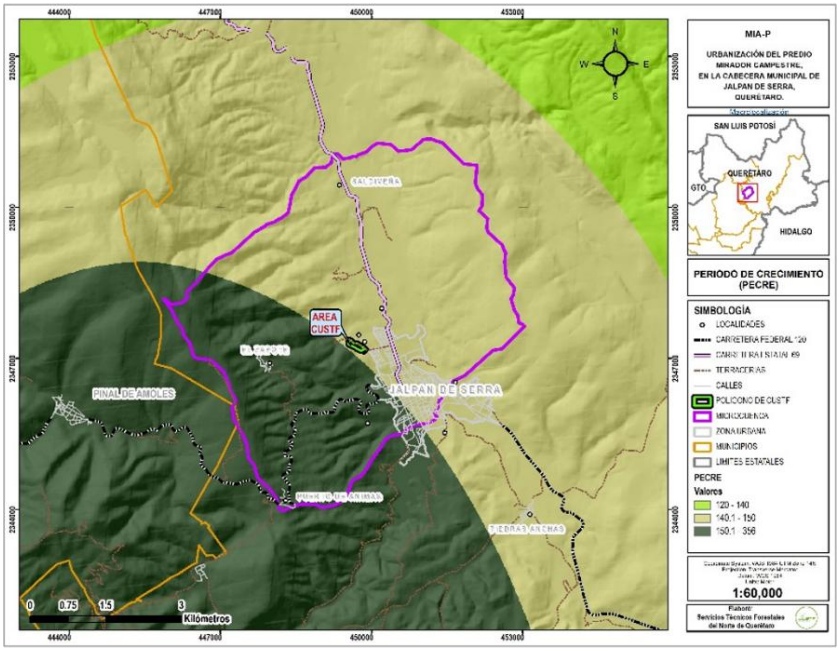


Ilustración 148 Cálculo del periodo de crecimiento (PECRE), en la microcuenca.

A esta cobertura se aplica la ecuación 2 para obtener el Índice de Agresividad del Viento.

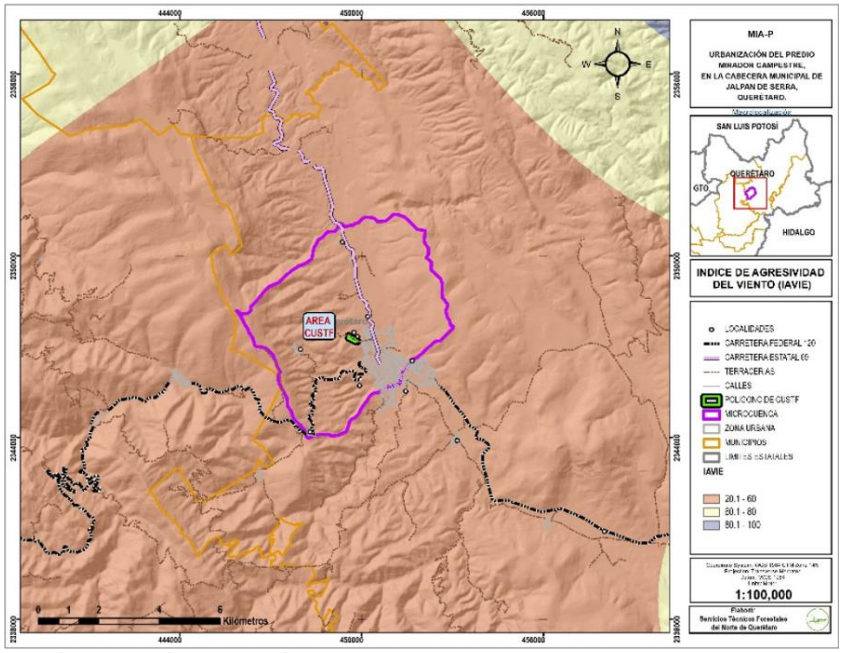


Ilustración 149 Cálculo del índice de agresividad del viento en la microcuenca.

Los valores superiores a **20** de **IAVIE** indican que existe erosión eólica potencial.

Determinado el área de estudio como zona de influencia de la erosión eólica, de acuerdo al criterio anterior, se procede a obtener los valores a emplear para conocer la cantidad de suelo perdido por erosión eólica en toneladas/hectárea/año.

## Calificación de la Clase Textural y Fase Física (CATEX)

De la información de las unidades de suelo del área de estudio, establecer si se trata o no de suelos calcáreos. Los suelos calcáreos son los siguientes:

| SUELOS CALCÁREOS |
|---|
| Bk Ck E Gc Hc Jc Kk |
| Lk Rc Xk Xy Yk Yy |

Para el caso de que las unidades de suelo sean calcáreas, se procede a calificar la textura y la fase de acuerdo a la siguiente tabla:

*Tabla 204 Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.*

| CATEX | TEXTURA Y FASE FÍSICA DE SUELOS CALCÁREOS |
|---|---|
| 3.50 | 1 |
| 1.75 | 2 |
| 1.85 | 3 |
| 0.87 | Gravosa o Pedregosa |

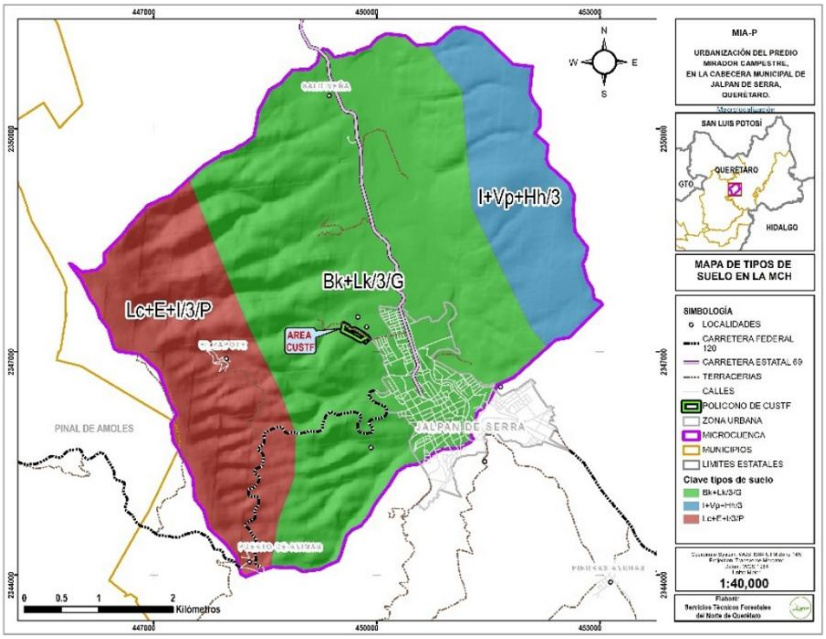


Ilustración 150 Tipos de suelo y sus asociaciones presentes en la cuenca de estudio.

Una vez asignados los valores, se obtuvieron los resultados de **CATEX** como se muestra a continuación:

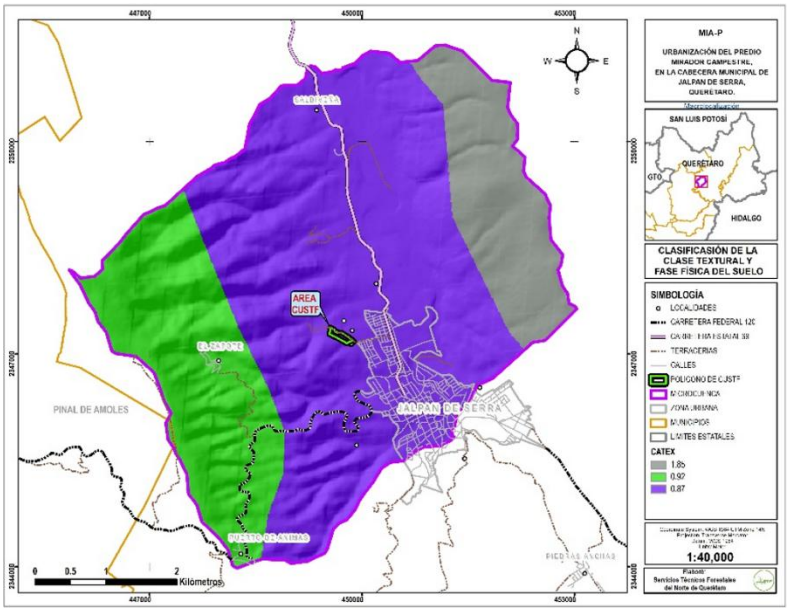


Ilustración 151 Distribución de los valores de CATEX, en la microcuenca.

## Calificación del Uso de Suelo (CAUSO)

La calificación del Uso de Suelo presente se realiza mediante la asignación de los valores de acuerdo a la siguiente tabla:

*Tabla 205 Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.*

| CAUSO | USO DE SUELO Y VEGETACIÓN |
|---|---|
| 0.70 | Agricultura de temporal |
| 0.20 | Agricultura de riego |
| 0.15 | Monte o Matorral |
| 0.30 | Pastizal |
| 0.20 | Bosque |

Conforme al mapa de Uso de Suelo y Vegetación (serie VII de INEGI) y su actualización mediante imágenes satelitales y el programa Google Earth, la zona de estudio tiene los siguientes usos:

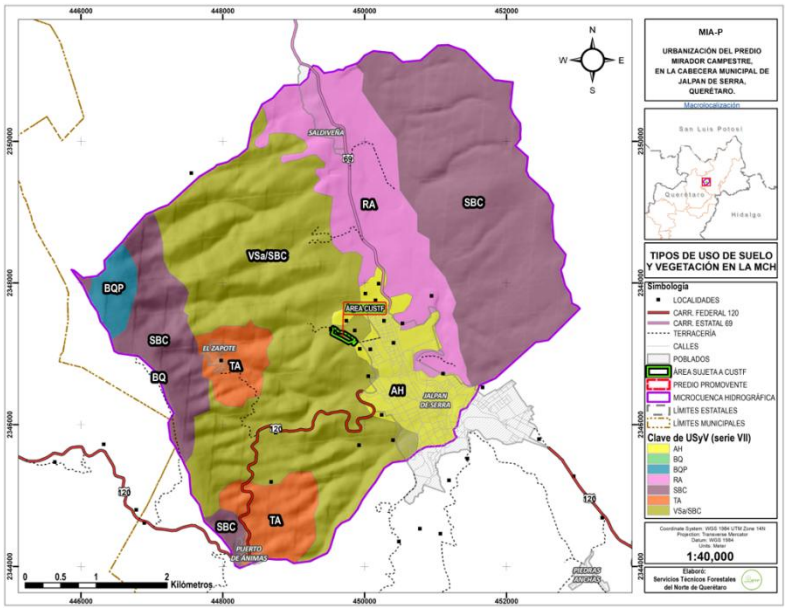


Ilustración 152 Uso de suelo y vegetación de acuerdo a la clasificación INEGI, serie VII.

Una vez asignados los valores de la tabla de **CAUSO** a los tipos de uso de suelo y vegetación, tenemos lo siguiente:

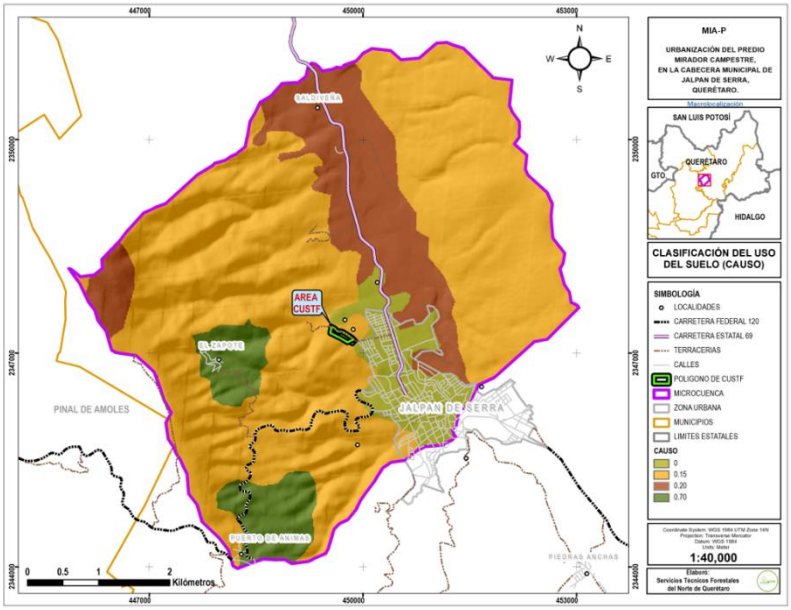


Ilustración 153 Valores de CAUSO para la microcuenca (SA).

Finalmente, se integran los valores de los tres factores que intervienen en la ecuación para la obtención de la Erosión Eólica, y se multiplican las tres coberturas generadas.

**EROEO = IAVIE x CATEX x CAUSO**

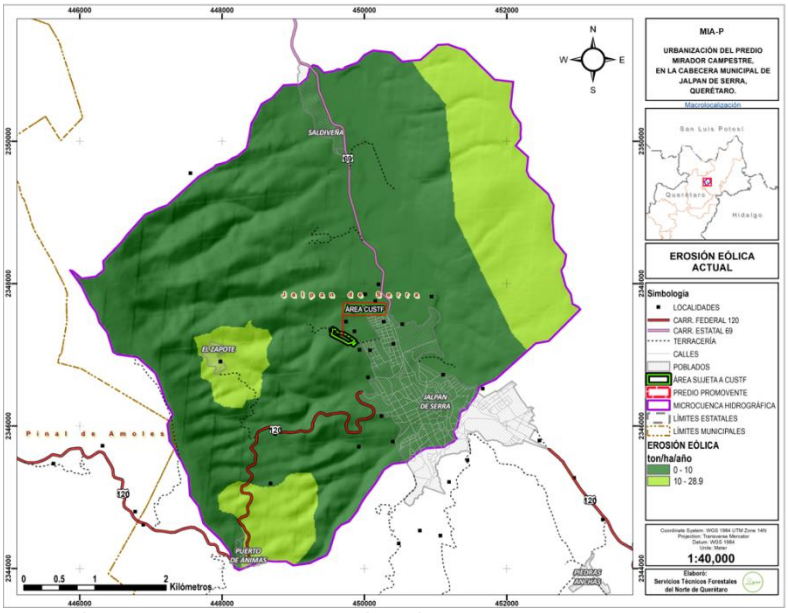


Ilustración 154 Rangos de erosión eólica presente en la microcuenca.

## Resultados del cálculo de la erosión eólica

Para obtener las toneladas por año que se pierden en la zona de estudio, se realiza la suma de cada valor de todas las celdas; previa conversión de los valores de ton/ha/año a ton/año, lo cual se logra mediante la multiplicación de los valores de cada pixel o celda (del ráster de erosión eólica en ton/ha/año), por el tamaño de la celda (área del pixel: considerando que para este caso fue producto de una resolución de 14.93 m x 14.93 m por pixel), el cual es de 0.0223 has; realizando esto arroja un valor de: **26,600.06 ton/año**, que corresponden a la pérdida total de suelo en toneladas por año en la superficie que comprende la cuenca; con una tasa media para toda la zona de estudio de **8.683 ton/ha/año** que es la media considerando los valores de todos los pixeles que conforman el archivo ráster.

*Tabla 206. Pérdidas de suelo en ton/ha/año de acuerdo al rango definido por FAO, 1980.*

| Erosión Clases | Rango de Pérdida de suelo t/ha/año | Superficie En Hectáreas | Pérdida de suelo t/año | Pérdida Promedio t/Ha/Año | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|
| Nula o ligera | <10 | 2,403.59 | 14,508.31 | 6.036 | 78.37% |
| Moderada | 10-50 | 663.40 | 12,091.75 | 18.227 | 21.63% |
| Alta | 50-200 | 0.00 | 0.00 | - | 0.00% |
| Muy alta | >200 | 0.00 | 0.00 | - | 0.00% |
| **Total** | | **3,066.99** | **26,600.06** | **8.683*** | **100.00%** |

*Dato obtenido promediando todos los valores de todos los pixeles que conforman el mapa de Erosión, sin importar la clasificación de rangos (no coincide con el "promedio de promedios" de los cuatro rangos especificados ya que cada categoría tiene diferente cantidad de datos).

### *e) Erosión total en la Región Ecológica*

Para obtener la erosión total en la Región Ecológica debido a los dos factores principales, hídrica y eólica, se suman los resultados obtenidos en cada proceso. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla 207. Erosión total en toneladas por año en la microcuenca.*

| Erosión Clases | Rango de Pérdida de suelo t/ha/año | PÉRDIDA DE SUELO EN TON/AÑO | | | PROMEDIO TON/HA/AÑO |
|---|---|---|---|---|---|
| | | EROSIÓN HÍDRICA | EROSIÓN EÓLICA | EROSIÓN TOTAL | |
| Nula o ligera | <10 | 638.69 | 14,508.31 | 15,147.00 | 3.961 |
| Moderada | 10-50 | 9,810.80 | 12,091.75 | 21,902.55 | 25.042 |
| Alta | 50-200 | 134,712.96 | 0.00 | 134,712.96 | 119.454 |
| Muy alta | >200 | 451,554.44 | 0.00 | 451,554.44 | 349.315 |
| **TOTAL** | | **596,716.88** | **26,600.06** | **623,316.94** | **101.933** |

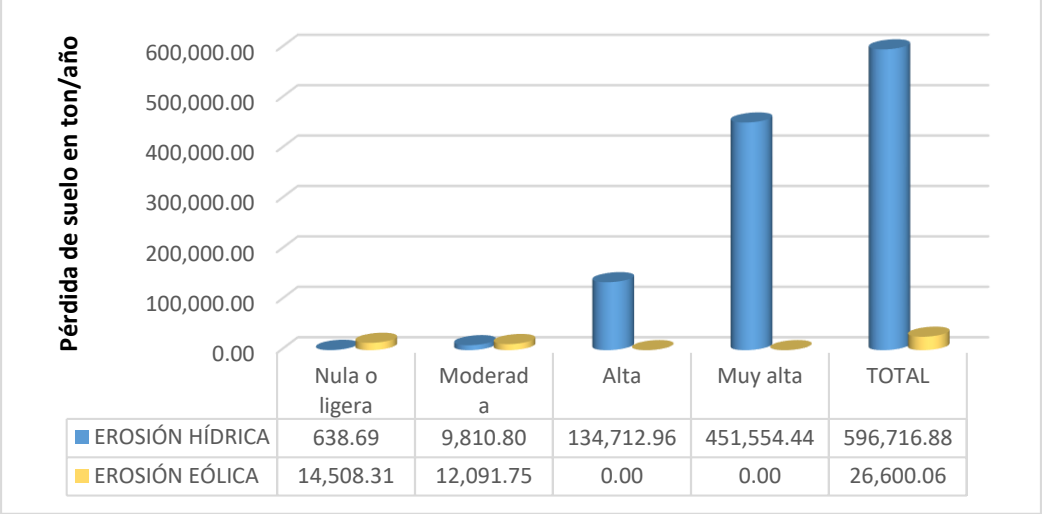



Ilustración 155 Erosión total en toneladas por año en la microcuenca (SA)

### *f) Erosión actual en la superficie del proyecto*

La superficie de cambio de uso de suelo es de **2.7316 has**, dicha área sustenta vegetación forestal de **selva baja caducifolia** con una densidad de alrededor del 80%, en donde predomina un clima semicálido (A)C(w0) (w), temperatura media anual mayor de 23.6°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, la precipitación media anual de **869.2 mm** y una media mensual de 72.43 mm. El polígono de CUSTF se sitúa sobre un suelo de tipo Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico, presenta una textura fina y una fase física gravosa (Bk+Lk/3/G. La pendiente promedio del predio se estima en 26.9 %.

## Erosión hídrica en la zona de CUSTF en las condiciones actuales (sin remoción de vegetación forestal)

Ecuación Universal para la estimación de pérdida de suelo.

El método más utilizado para predecir la cantidad de suelo que se pierde por erosión hídrica es la USLE "Universal Soil Loss Equation" (Wischmeier et al., 1965).

**A=R*K*LS*C*P**

Donde:
A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]
R = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha*mm/hr]
K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha.MJ*ha/mm*hr]
LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional
C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional
P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional.

Conforme a la metodología con la que se calculó la erosión hidrica en el sistema ambienta, se lleva a cabo el cálculo para la superficie de cambio de uso de suelo del proyecto.

### Erosividad de la lluvia (Factor R)

Conociendo el dato de precipitación media anual empleado en el calculo de erosión en la Región Ecológica, se sustituye el valor en la ecuación de la región 13 de erosividad, con lo cual se obtiene:

$$R = 10.74273(869.2) - 0.001008(869.2)^2$$

De esta manera se obtiene que el valor del Factor R es:

$$R = 8,576.03 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### Erodabilidad del suelo (Factor K)

Con la tabla valores de erodabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985), ya mencionada en la metodología; debido a que en las áreas de cambio de uso de suelo se encuentran solamente sobre un tipo de suelo, el valor de k que le corresponde es el que se muestra a continuación:

*Tabla 208 Factor K por tipo de suelo.*

| Tipo de suelo | Textura | Factor K (t/ha.MJ*Ha/mm*hr |
|---|---|---|
| *Cambisol cálcico* | Fina | **0.013** |

Se ha tomado el valor de K del tipo de suelo primario.

**K= 0.013 Ton.ha.hr/ha.MJ.mm**

## Factor topográfico (Factor LS)

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores L y S, para la longitud (L) y el grado (S) de la pendiente, en este último expresado en porcentaje. A medida que ambas características de la topografía se incrementan, su efecto en la perdida de suelo es mayor. A menudo estos factores son representados como un factor único: LS. La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen de la escorrentía hasta cualquiera de los siguientes puntos:

a) donde la pendiente disminuye a tal grado que ocurre sedimentación, o
b) donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido.

La pendiente del terreno se midió utilizando un clinómetro. Si bien, se pudo utilizar la pendiente media que nos arroja el ráster de pendiente (35.5 %) originada en sistemas de información geográfica a partir del modelo digital de elevación (MDE), al ser relativamente un área muy pequeña y conforme a la resolución del archivo ráster, se consideró habría un error escalar, desidiendo muestrear tramos dentro del área de CUSTF, se midió en campo distancias donde se observara un mismo comportamiento del grado de inclinación del terreno, siendo así que la pendiente promedio obtenida es de 26.9%.

A continuación, se muestran la ubicación espacial de las secciones muestreadas, las cuales se comparan con la capa ráster de pendiente del terreno, y muestran cierta similitud en el rango de pendiente en el que se encuentran.

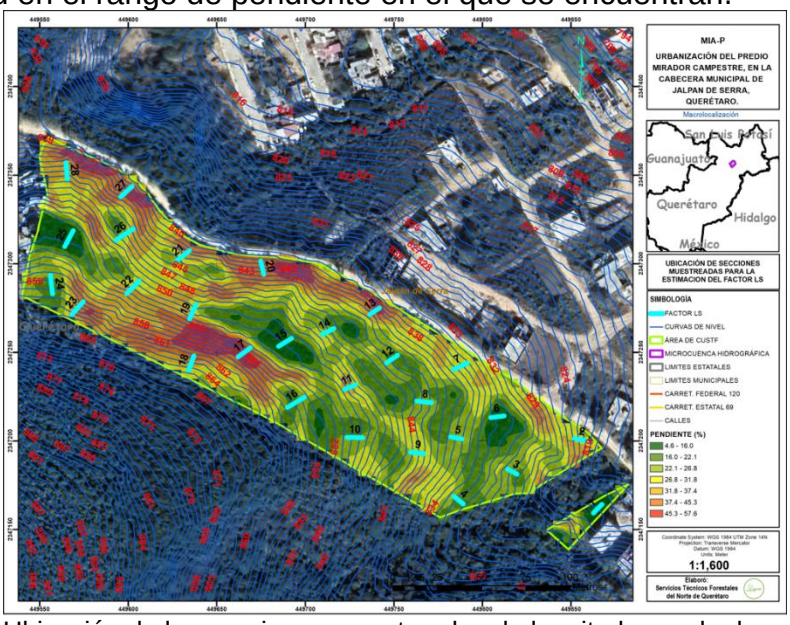


Ilustración 156 Ubicación de las secciones muestreadas de longitud y grado de pendiente (1-28).

Las secciones muestreadas se realizaron en dirección a la pendiente y se distribuyeron de tal manera que pudiesen abarcar los diferentes comportamientos

de la topografía del área de interés, lugares representativos que dieran una idea de la pendiente media a utilizar.

*Tabla 209. Coordenadas de las secciones muestreadas y cotas para obtención de la pendiente a través de las mismas.*

| Sección muestreada | Polígono de CUSTF | Longitud (m) | Coord. X inicio | Coord. Y inicio | Coord. X fin | Coord. Y fin | Cota Menor | Cota Mayor | Diferencia de cotas | Pendiente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Polígono Único | 7 | 449,863 | 2,347,159 | 449,868 | 2,347,164 | 821 | 822 | 1 | 14.5 |
| 2 | Polígono Único | 7 | 449,859 | 2,347,200 | 449,852 | 2,347,201 | 821 | 823 | 2 | 28.6 |
| 3 | Polígono Único | 6 | 449,814 | 2,347,184 | 449,819 | 2,347,181 | 828 | 830 | 2 | 34.1 |
| 4 | Polígono Único | 7 | 449,784 | 2,347,169 | 449,789 | 2,347,164 | 832 | 834 | 2 | 29.6 |
| 5 | Polígono Único | 7 | 449,782 | 2,347,202 | 449,788 | 2,347,201 | 836 | 838 | 2 | 30.5 |
| 6 | Polígono Único | 8 | 449,805 | 2,347,213 | 449,812 | 2,347,214 | 832 | 833 | 1 | 13.0 |
| 7 | Polígono Único | 8 | 449,784 | 2,347,240 | 449,792 | 2,347,244 | 834 | 836 | 2 | 23.7 |
| 8 | Polígono Único | 8 | 449,763 | 2,347,222 | 449,771 | 2,347,222 | 841 | 843 | 2 | 23.8 |
| 9 | Polígono Único | 8 | 449,759 | 2,347,194 | 449,767 | 2,347,193 | 841 | 843 | 2 | 26.4 |
| 10 | Polígono Único | 9 | 449,723 | 2,347,202 | 449,732 | 2,347,202 | 850 | 852 | 2 | 22.5 |
| 11 | Polígono Único | 7 | 449,722 | 2,347,229 | 449,728 | 2,347,232 | 847 | 849 | 2 | 30.1 |
| 12 | Polígono Único | 7 | 449,746 | 2,347,244 | 449,752 | 2,347,248 | 841 | 843 | 2 | 26.8 |
| 13 | Polígono Único | 7 | 449,736 | 2,347,271 | 449,742 | 2,347,275 | 837 | 840 | 3 | 44.6 |
| 14 | Polígono Único | 7 | 449,710 | 2,347,260 | 449,716 | 2,347,264 | 844 | 846 | 2 | 26.7 |
| 15 | Polígono Único | 9 | 449,685 | 2,347,253 | 449,692 | 2,347,258 | 849 | 850 | 1 | 11.6 |
| 16 | Polígono Único | 11 | 449,690 | 2,347,219 | 449,700 | 2,347,225 | 854 | 857 | 3 | 26.7 |
| 17 | Polígono Único | 9 | 449,662 | 2,347,247 | 449,669 | 2,347,253 | 852 | 856 | 4 | 46.0 |
| 18 | Polígono Único | 9 | 449,634 | 2,347,240 | 449,637 | 2,347,248 | 860 | 863 | 3 | 34.6 |
| 19 | Polígono Único | 9 | 449,635 | 2,347,269 | 449,638 | 2,347,277 | 849 | 851 | 2 | 23.0 |
| 20 | Polígono Único | 8 | 449,675 | 2,347,302 | 449,677 | 2,347,294 | 838 | 842 | 4 | 51.7 |
| 21 | Polígono Único | 10 | 449,627 | 2,347,301 | 449,635 | 2,347,307 | 840 | 843 | 3 | 31.0 |
| 22 | Polígono Único | 10 | 449,606 | 2,347,290 | 449,599 | 2,347,283 | 849 | 852 | 3 | 29.7 |
| 23 | Polígono Único | 10 | 449,568 | 2,347,271 | 449,575 | 2,347,279 | 857 | 861 | 4 | 41.0 |
| 24 | Polígono Único | 11 | 449,556 | 2,347,293 | 449,557 | 2,347,283 | 857 | 859 | 2 | 19.0 |
| 25 | Polígono Único | 10 | 449,564 | 2,347,310 | 449,569 | 2,347,319 | 852 | 853 | 1 | 9.8 |
| 26 | Polígono Único | 11 | 449,593 | 2,347,313 | 449,603 | 2,347,320 | 844 | 847 | 3 | 26.1 |
| 27 | Polígono Único | 9 | 449,596 | 2,347,338 | 449,602 | 2,347,344 | 838 | 842 | 4 | 45.4 |
| 28 | Polígono Único | 9 | 449,566 | 2,347,348 | 449,565 | 2,347,357 | 843 | 845 | 2 | 21.8 |
| | | | | | | | | | | **28.30** |

Para fines del cálculo de factor LS, se optó por tomar en cuenta los datos de pendiente media con el clinómetro (instrumento de mayor precisión), para lo cual en la siguiente tabla se muestra los datos y cálculos para la estimación del factor LS:

*Tabla 210. Resultados del muestreo de longitud y pendiente de secciones del terreno en el polígono de CUSTF.*

| Sección muestreada | Tramo muestreada | Longitud (m) | Pendiente (%) | Pendientes en radianes | Pendiente en grados | F | m | L | S | LS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Polígono Único | 7 | 10.0 | 0.100 | 5.711 | 1.07 | 0.518 | 0.546 | 1.172 | 0.640 |
| 2 | Polígono Único | 7 | 32.0 | 0.310 | 17.745 | 1.98 | 0.664 | 0.465 | 4.620 | 2.150 |
| 3 | Polígono Único | 6 | 22.0 | 0.217 | 12.407 | 1.67 | 0.625 | 0.436 | 3.110 | 1.356 |
| 4 | Polígono Único | 7 | 21.0 | 0.207 | 11.860 | 1.63 | 0.620 | 0.479 | 2.953 | 1.416 |

| Sección muestreada | Tramo muestreada | Longitud (m) | Pendiente (%) | Pendientes en radianes | Pendiente en grados | F | m | L | S | LS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Polígono Único | 7 | 23.0 | 0.226 | 12.953 | 1.71 | 0.630 | 0.465 | 3.266 | 1.517 |
| 6 | Polígono Único | 8 | 8.0 | 0.080 | 4.574 | 0.93 | 0.482 | 0.600 | 0.891 | 0.535 |
| 7 | Polígono Único | 8 | 28.0 | 0.273 | 15.642 | 1.87 | 0.651 | 0.533 | 4.030 | 2.149 |
| 8 | Polígono Único | 8 | 24.0 | 0.236 | 13.496 | 1.74 | 0.635 | 0.541 | 3.421 | 1.849 |
| 9 | Polígono Único | 8 | 28.0 | 0.273 | 15.642 | 1.87 | 0.651 | 0.497 | 4.030 | 2.005 |
| 10 | Polígono Único | 9 | 24.0 | 0.236 | 13.496 | 1.74 | 0.635 | 0.560 | 3.421 | 1.917 |
| 11 | Polígono Único | 7 | 32.0 | 0.310 | 17.745 | 1.98 | 0.664 | 0.450 | 4.620 | 2.077 |
| 12 | Polígono Único | 7 | 20.0 | 0.197 | 11.310 | 1.59 | 0.614 | 0.513 | 2.795 | 1.433 |
| 13 | Polígono Único | 7 | 35.0 | 0.337 | 19.290 | 2.05 | 0.672 | 0.449 | 5.050 | 2.266 |
| 14 | Polígono Único | 7 | 30.0 | 0.291 | 16.699 | 1.92 | 0.658 | 0.490 | 4.327 | 2.119 |
| 15 | Polígono Único | 9 | 13.0 | 0.129 | 7.407 | 1.26 | 0.557 | 0.591 | 1.666 | 0.984 |
| 16 | Polígono Único | 11 | 23.0 | 0.226 | 12.953 | 1.71 | 0.630 | 0.653 | 3.266 | 2.132 |
| 17 | Polígono Único | 9 | 46.0 | 0.431 | 24.702 | 2.27 | 0.694 | 0.523 | 6.521 | 3.410 |
| 18 | Polígono Único | 9 | 32.0 | 0.310 | 17.745 | 1.98 | 0.664 | 0.537 | 4.620 | 2.480 |
| 19 | Polígono Único | 9 | 35.0 | 0.337 | 19.290 | 2.05 | 0.672 | 0.534 | 5.050 | 2.697 |
| 20 | Polígono Único | 8 | 40.0 | 0.381 | 21.801 | 2.16 | 0.684 | 0.487 | 5.739 | 2.797 |
| 21 | Polígono Único | 10 | 28.0 | 0.273 | 15.642 | 1.87 | 0.651 | 0.584 | 4.030 | 2.353 |
| 22 | Polígono Único | 10 | 34.0 | 0.328 | 18.778 | 2.03 | 0.670 | 0.591 | 4.908 | 2.903 |
| 23 | Polígono Único | 10 | 35.0 | 0.337 | 19.290 | 2.05 | 0.672 | 0.576 | 5.050 | 2.909 |
| 24 | Polígono Único | 11 | 21.0 | 0.207 | 11.860 | 1.63 | 0.620 | 0.631 | 2.953 | 1.862 |
| 25 | Polígono Único | 10 | 5.0 | 0.050 | 2.862 | 0.67 | 0.401 | 0.732 | 0.569 | 0.417 |
| 26 | Polígono Único | 11 | 28.0 | 0.273 | 15.642 | 1.87 | 0.651 | 0.652 | 4.030 | 2.629 |
| 27 | Polígono Único | 9 | 42.0 | 0.398 | 22.782 | 2.20 | 0.688 | 0.531 | 6.006 | 3.186 |
| 28 | Polígono Único | 9 | 33.0 | 0.319 | 18.263 | 2.00 | 0.667 | 0.555 | 4.765 | 2.646 |
| | | | **26.9** | | | | | | | **2.030** |

De tal manera que el valor del factor LS promedio de la zona sujeta a cambio de uso de suelo es de **2.030.**

**LS=2.030**

## Factor manejo de cobertura (C)

Para la estimación del Factor C, se utilizaron los valores de la misma tabla empleada en cálculo de este factor de erosión para la microcuenca.

*Tabla 211. Factor para vegetación y/o uso de suelo.*

| Vegetación y/o uso de suelo | Factor C | Vegetación y/o uso de suelo | Factor C |
|---|---|---|---|
| Bosque de ayarin | 0.01 | Pastizal gipsofilo | 0.25 |
| Bosque de cedro | 0.01 | Pastizal halófilo | 0.25 |
| Bosque de encino | 0.1 | Pastizal inducido | 0.02 |
| Bosque de encino-pino | 0.01 | Pastizal natural | 0.07 |
| Bosque de galería | 0.1 | Popal | 0.85 |
| Bosque de oyamel | 0.01 | Pradera de alta montaña | 0.05 |
| Bosque de pino | 0.01 | Sabana | 0.54 |
| Bosque de pino -encino | 0.01 | Sabanoide | 0.54 |
| Bosque de táscate | 0.01 | Selva alta perennifolia | 0.45 |
| Bosque de mesófilo de montaña | 0.01 | Selva alta subperennifolia | 0.45 |

| Vegetación y/o uso de suelo | Factor C | Vegetación y/o uso de suelo | Factor C |
|---|---|---|---|
| Chaparral | 0.65 | **Selva baja caducifolia** | **0.5** |
| Manglar | 0.1 | Selva baja espinosa caducifolia | 0.5 |
| Matorral crasicaule | 0.65 | Selva baja espinosa subperennifolia | 0.5 |
| Matorral de coníferas | 0.2 | Selva mediana caducifolia | 0.45 |
| Matorral desértico micrófilo | 0.25 | Selva mediana perennifolia | 0.45 |
| Matorral desértico roetofilo | 0.25 | Selva mediana subcaducifolia | 0.45 |
| Matorral espinoso tamaulipeco | 0.45 | Tular | 0.1 |
| Matorral rosetófilo costero | 0.25 | Vegetación de desiertos arenosos | 0.85 |
| Matorral sarcocaule | 0.25 | Vegetación de dunas costeras | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule | 0.25 | Vegetación de galería | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule de neblina | 0.25 | Vegetación halófila | 0.85 |
| Matorral submontano | 0.35 | Zona urbana | 0.005 |
| Matorral subtropical | 0.12 | Cuerpos de agua | 1 |
| Mezquital | 0.65 | Agricultura en riego | 0.55 |
| Palmar inducido | 0.64 | Agricultura de temporal | 0.64 |
| Palmar natural | 0.64 | Agricultura de humedad | 0.25 |

De acuerdo al tipo de vegetación existente en el área de cambio de uso del suelo, el valor de C a emplear en el cálculo, es el siguiente:

*Tabla 212. Factor C en el escenario actual del área de CUSTF.*

| ***Tipo de vegetación y/o uso del suelo*** | ***Factor (C)*** |
|---|---|
| Selva baja caducifolia | **0.50** |

## Prácticas de control de la erosión (Factor P)

Debido a que en las zonas de CUS no se observaron obras ni prácticas de conservación del suelo y agua, durante los diferentes recorridos, el valor que se ocupará para evaluar el grado de erosión actual es 1.

*Tabla 213. Valor del factor P en la zona de CUSTF, bajo el escenario actual.*

| ***Presencia de obras de conservación en el área de CUSTF*** | ***Factor (P) asignado*** |
|---|---|
| No | **1** |

A manera de resumen, se presentan todos los factores que componen a la ecuación universal de perdida de suelo para estimar la erosión actual en la superficie de CUSTF, antes de realizar cualquier actividad de remoción de vegetación.

*Tabla 214. Tasa de erosión de suelos en las áreas de CUSTF, en el escenario actual.*

| ***ESCENARIO ACTUAL (PREVIO AL CUSTF)*** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **R** | **K** | **LS** | **C** | **P** | **Tasa de erosión** |
| **(MJ/Ha*mm/h)** | (t.ha.hr/ha.MJ.mm) | -- | -- | -- | (t/ha/año) |
| 8576.03 | 0.013 | 2.030 | 0.500 | 1 | **113.151** |

A partir de la tabla anterior, es posible observar cada uno de los factores que intervienen en la estimación de la tasa de erosión, dadas las condiciones actuales de la superficie cubierta de vegetación al interior del predio. Con dichos valores se sabe que, en la zona de cambio de uso de suelo (2.7316 has) se tiene una tasa de erosión de **113.151 ton por hectárea por año.**

Al extrapolar esta tasa de erosión con la superficie de cambio de uso de suelo de (2.7316 ha) se obtiene que, en la zona de cambio de uso de suelo, la pérdida de suelo es de aproximadamente **309.084 toneladas de suelo al año**.

*Tabla 215. Perdida de suelo en la superficie de CUSTF, escenario actual.*

| Tasa de erosión ton/ha/año | Superficie de CUSTF (Has) | Ton/Año |
|---|---|---|
| **113.151** | 2.7316 | 309.084 |

## Erosión hídrica en la zona de CUSTF en las condiciones futuras (con remoción de vegetación forestal)

Debido a que el proyecto Implica la remoción de la vegetación forestal, de los factores que intervienen para la estimación de la tasa de erosión, el único factor que sufre una modificación es el **Factor "C".** Sin remoción de la cobertura forestal es de 0.50, dicho valor cambia con la ejecución del desmonte, es importante señalar que se pretende realizar dentro de las áreas verdes solo una remoción parcial y posteriormente será reacondicionada, para el caso de las estimaciones del valor de C, se manejaron dos condiciones, las áreas donde pretende realizar las calles y lotificación se le asignó el valor de 1 ya que la vegetación será retirada en su totalidad, mientras que a las áreas donde solo se pretende realizar una remoción parcial (durante el mantenimiento de áreas verdes) se consideró con la misma condición que el actual de 0.5, tal como se expresa en la siguiente tabla:

*Tabla 216 Valores de C para las áreas dentro del polígono de CUSTF.*

| Asignación de valores de C | | |
|---|---|---|
| ***ÁREA EN CUSTF*** | ***Cobertura (%)*** | ***Valor de C*** |
| *LOTES Y CALLES* | 0 | 1 |
| *ÁREAS VERDES* | 60 | 0.5 |

Con la modificación ante descrita, los factores para la estimación de la tasa de erosión posterior al desmonte quedan de la siguiente manera:

*Tabla 217. Tasa de erosión de suelos en las áreas de CUSTF, escenario futuro (con remoción de vegetación).*

| ***Escenario futuro (Posterior al CUSTF)*** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Área en CUSTF** | **Superficie (Ha)** | **R** | **K** | **LS** | **C** | **P** | **Tasa de erosión** |
| | | (MJ/Ha*mm/h) | (t/ha.MJ*ha/mm*h) | | | | (t/ha/año) |
| Calles y Lotes | 2.3940 | 8576.028 | 0.013 | 2.030 | 1 | 1 | 226.302 |
| Áreas Verdes | 0.3376 | 8576.028 | 0.013 | 2.030 | 0.5 | 1 | 113.151 |
| Total | 2.7316 | | | | | | |

Se estima que las tasas de erosión que se tendría en la zona una vez que se ejecute el cambio de uso de suelo serán de **226.302 (t/ha/año) en las áreas de lotificación y calles y de 113.151 (t/ha/año) en las áreas verdes**. Con esta tasa de erosión la pérdida de suelo se estima en toneladas por los 5 años de ejecución del CUSTF.

*Tabla 218. Perdida de suelo en la superficie de CUSTF, escenario futuro (con remoción de vegetación).*

| Área dentro de CUSTF | Tasa de erosión (Ton/ha/año) | Superficie de CUSTF (Has) | Ton/ 5 Años * |
|---|---|---|---|
| Lotes y Calles | 226.302 | 2.3940 | 541.768 |
| Áreas verdes | 113.151 | 0.3376 | 38.200 |
| | | 2.7316 | 579.968* |

*Se refiere a la cantidad de suelo que perdería con la ejecución del proyecto en un periodo de 5 años.

Al analizar y comparar la cantidad de suelo que se pierde actualmente en el predio, con la que se perdería con la ejecución del proceso de cambio de uso de suelo, se observa que el valor pasará de 309.084 toneladas a 579.968 toneladas, con ello se prevé un incremento de 270.884 toneladas, dicho incremento es el que se tendría durante los 5 años de ejecución del CUSTF, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

*Tabla 219. Incremento en la perdida de suelo con la ejecución del CUSTF.*

| Perdida de suelo sin CUSTF (Ton/año) | Perdida de suelo con CUSTF (Ton/5 años) | Incremento (Ton/5 Años) | Incremento (Ton/Año) |
|---|---|---|---|
| 309.084 | 579.968 | 270.884 | 54.117 |

Considerando que la ejecución del CUSTF se propone para un periodo de 5 años, se tendría que el incremento en la erosión hídrica por año sería de 54.117 ton, que es la cantidad a mitigar por año con la ejecución de las medidas de mitigación.

## Erosión eólica en la zona de CUSTF en las condiciones actuales (SIN cambio de uso de suelo)

De igual manera como se estimó la erosión eólica en elRE, para el cálculo de la erosión eólica en la superficie del proyecto se utilizó la metodología desarrollada por FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por SEDUE 1988) la cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$EROEO = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

Donde:

*EROEO* = Erosión eólica (ton/ha/año).
*IAVIE* = Índice de Agresividad del Viento.
*CATEX* = Calificación de la clase de textura y fase física.
*CAUSO* = Calificación de Uso de Suelo.

## Índice de Agresividad del Viento (*IAVIE*)

$$IAVIE = 160.8252 – 0.7660*PECRE$$

El valor de precipitación media anual empleada en los cálculos es de **869.2 mm.**

$$PECRE = 0.2408\ (Prec.\ Media) – 0.0000372\ (Prec.\ Media)^2 – 33.1019$$
$$PECRE = 0.2408\ (869.2) – 0.0000372\ (869.2)^2 – 33.1019$$
$$PECRE = 148.0965$$

$$IAVIE = 160.8252 – 0.7660*PECRE$$
$$IAVIE = 160.8252 – 0.7660*148.0965$$
$$IAVIE: 47.383$$

Los valores superiores a **20** de **IAVIE** indican que existe erosión eólica potencial.

## Calificación de la Clase Textural y Fase Física (*CATEX*)

Para el caso de que las unidades de suelo sean calcáreas, se califica la textura y la fase de acuerdo a la siguiente tabla:

*Tabla 220. Valores de erodabilidad eólica de suelos calcáreos.*

| CATEX | Textura y fase física de suelos calcáreos |
|---|---|
| 3.5 | 1 |
| 1.75 | 2 |
| 1.85 | 3 |
| 0.87 | Gravosa o Pedregosa |

Fuente: FAO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. FAO-PNUMA. Roma, Italia.

En el área de CUSTF encontró un tipo de suelo, perteneciente a suelos calcáreos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 221. Valor de CATEX para el tipo de suelo presente en el área del proyecto.*

| Tipo de Suelo | Textura | Fase Física | Superficie | CATEX |
|---|---|---|---|---|
| Bk (Cambisol cálcico) | Fina | Pedregosa | 2.7316 | 0.87 |

$$CATEX = 0.87$$

## Calificación del uso de suelo (*CAUSO*)

La superficie del proyecto presenta de vegetación de Selva baja caducifolia, correspondiéndole una calificación para CAUSO de 0.05 (considerado por una

vegetación similar a un Monte alto con un 80% promedio de cobertura de copa y un 60% de cubierta del suelo).

***CAUSO = 0.05***

Finalmente, se integran los valores de los tres factores que intervienen en la ecuación para la obtención de la Erosión Eólica, y se sustituyen dichos valores.

*EROEO* = IAVIE x CATEX x CAUSO
*EROEO* = ***47.383 * 0.87 * 0.05***

**EROSIÓN EÓLICA= 2.061 TON/HA/AÑO**

Considerando la superficie de cambio de uso de suelo (2.7316 has) la pérdida de suelo por erosión eólica actual es de **5.630 ton/año.**

## Erosión eólica en la zona de CUSTF en las condiciones actuales (CON cambio de uso de suelo)

Se modeló de nuevo la ecuación de la erosión eólica modificando el valor de la calificación de uso de suelo (CAUSO) haciendo este escenario con la ejecución del proyecto, y valorando el proyecto con el desmonte de la vegetación presente en el sitio.

Se pretende realizar dentro de las áreas verdes consideradas en el área de CUSTF solo una remoción parcial de la vegetación (durante el mantenimiento), la cual posteriormente será reacondicionada, por lo que, para el caso de las estimaciones del valor de CAUSO, se manejaron dos condiciones, las áreas donde pretende realizar las calles y lotificación se le asignó el valor de 1 ya que la vegetación será retirada en su totalidad, mientras que a las áreas verdes donde solo se pretende realizar una remoción parcial se consideró con la misma condición que el actual de 0.05, tal como se expresa en la siguiente tabla:

| Área dentro de CUSTF | Superficie (ha) | PECRE | IAVIE | CATEX | CAUSO | TON/HA/AÑO | TON/ 5 AÑOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lotes y calles | 2.3940 | 148.097 | 47.383 | 0.87 | 1 | 41.223 | 98.689 |
| Áreas verdes | 0.3376 | 148.097 | 47.383 | 0.87 | 0.05 | 2.061 | 0.696 |
| **Total** | **2.7316** | | | | | | **99.385** |

Considerando únicamente el área sujeta a cambio de uso de suelo, se perderían alrededor de **99.385 ton/5 años**.

Al analizar y comparar la cantidad de suelo que se pierde actualmente en el predio, con la que se perdería con la ejecución del proceso de cambio de uso de suelo, se observa que el valor pasará de 5.630 toneladas a **99.385** toneladas**,** con ello se prevé un incremento de **93.754 toneladas, dicho incremento es el que se tendría durante los 5 años de ejecución de CUSTF,** tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

*Tabla 222 Incremento en la perdida de suelo con la ejecución del CUSTF.*

| Perdida de suelo sin CUSTF (Ton/año) | Perdida de suelo con CUSTF (Ton/5 años) | Incremento (Ton/5 Años) | Incremento (Ton/Año) |
|---|---|---|---|
| 5.630 | 99.385* | 93.754 | 18.751 |

***Se refiere a la cantidad de suelo que perdería con la ejecución del CUSTF en un periodo de 5 años.**

Considerando que la ejecución del CUSTF se propone para un periodo de 5 años se tendría un incremento de 93.754 ton durante ese periodo de ejecución, por lo tanto, el incremento en la erosión eólica por año sería de **18.751 ton**, que es la cantidad a mitigar por año con la ejecución de las medidas de mitigación.

### *g) Erosión total en la superficie del proyecto*

Los cálculos de pérdida de suelo tanto hídrica como eólica se estiman a cinco años, puesto que es el plazo solicitado para completar la remoción de vegetación. En este plazo el suelo desnudo es más susceptible, posteriormente las cantidades de pérdida de suelo se reducirían, considerando que en la superficie de vialidades se llevará a cabo la compactación y pavimentación.

A continuación, se muestra la tabla resumen con las cantidades de erosión de suelo hídrica y eólica, en los escenarios antes y después del supuesto de haber removido vegetación para el total de la superficie contemplada en el CUSTF.

*Tabla 223 Escenarios de erosión hídrica y eólica, antes y después del supuesto de haber ejecutado el CUSTF.*

| Tipo de Erosión | Erosión Actual | | Erosión con CUSTF | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ton/ha | ton/predio | ton/ha | ton/predio | *Tipo de área*** |
| Hídrica | 113.151 | 309.084 | 226.302 | 541.768 | *Lotes y calles* |
| | | | 113.151 | 38.200 | *Área verde* |
| Eólica | 2.061 | 5.630 | 41.223 | 98.689 | *Lotes y calles* |
| | | | 2.061 | 0.696 | *Área verde* |
| **Total** | **115.212** | **314.714** | **269.587** | **679.353*** | |

***Se refiere a la cantidad de suelo que perdería con la ejecución del proyecto en un periodo de 5 años.***
****Se ha diferenciado la erosión en el segundo escenario (con CUSTF), por tipo de área, ya que las coberturas serian diferente en cada uno, y por ende su tasa de erosión.***

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a causa del desmonte en el área del proyecto, se realizó una suma de los incrementos en la erosión hídrica y eólica. En la siguiente tabla se representa los niveles de erosión que se producirán a causa de remover la vegetación.

*Tabla 224. Incremento de erosión total en el área del proyecto bajo el supuesto de haber removido vegetación forestal.*

| EROSIÓN HÍDRICA | EROSIÓN EÓLICA | EROSIÓN TOTAL |
|---|---|---|
| Ton/5 años | Ton/5 años | Ton/5 años |
| 270.884 | 93.754 | 364.639 |

El incremento en la perdida de suelo por el CUSTF es de **364.639 ton/5 años** (que es el plazo solicitado para la ejecución del proyecto), considerando la erosión hídrica y eólica.

Hay que mencionar que estos valores de erosión, calculados para una situación futura después de remover la vegetación forestal, es de tipo temporal, pues los suelos estarán descubiertos solo un tiempo muy corto, hay que recordar que el suelo donde será desmontado, serán cubiertos con la construcción gradual de viviendas y la pavimentación de las calles, lo que disminuirá el riesgo a erosión, y por tanto la cifra calculada anteriormente como erosión en toneladas por hectárea por año (después del cambio de uso de suelo), es de tipo potencial solamente; de cualquier forma se evitará que la tasa de erosión se llegue a ese grado, implementando medidas de mitigación de impactos ambientales, lo que sería favorable para el ecosistema.

En este sentido será de suma importancia la implementación de actividades y obras que estén encaminadas a la retención del suelo que pueda perderse con la ejecución del proyecto, esto con la finalidad de no comprometer la conservación de los suelos.

**Respecto a las condiciones geológicas, geomorfológicas y edafológicas del sitio propuesto, y su incidencia en el proyecto, se concluye lo siguiente:**

La topografía del sitio es accidentada debido a que es una zona serrana; por lo tanto, el predio presenta una variación de alturas conformando geomorfológicamente una ladera. La elevación promedio es de aproximadamente de 850 msnm. La pendiente alrededor del 26.9 %, aun considerada para su urbanización conforme al uso de suelo que le fue asignado, la congruencia y compatibilidad señalada en el PDUCPJS (Urbano habitacional H2); ya que no son suelos deslizables como se observa en toda el área urbana.

La geología está conformada por rocas calizas, escasa profundidad, esta condición es favorable en cuanto a la estabilidad del suelo, evitando se provoquen movimientos de desplazamiento, sobre este tipo de material consolidado se pueden cimentar las construcciones evitando daños estructurales. Se elabora la mecánica de suelos para conocer la estratigrafía:

Los materiales “Tipo A” se posicionan como materiales que pueden ser excavados con pala de mano o herramienta similar; este tipo de material es el que conforma la capa superficial del terreno y debe eliminarse para desplantar las construcciones.

Los materiales “Tipo B” se localiza inmediatamente después de la primera capa a los 30cm aproximadamente siendo la profundidad promedio a la que se llevarán a cabo los cortes para la apertura de vialidades y posteriormente para la construcción de viviendas, evitando movimientos de grandes volúmenes de tierra. Este tipo de materiales pueden ser excavados empleando pico, barreta y pala de mano o por medios mecánicos como retroexcavadora.

En las superficies del proyecto donde se detecta estrato rocoso, tipo “C”, este es de una dureza que permite ser excavado empleando equipos mecánicos en su caso martillo hidráulico ya que no pueden emplearse explosivos por la ubicación del proyecto respecto a las viviendas de las colonias con las que colinda.

Se tienen materiales fuertemente consolidados, considerando que la capa de 0.30m será despalmada y se excavarán las vialidades para alcanzar la nivelación, quedando material consolidado en su superficie lo que limita que el suelo se erosione. Esta condición también es favorable en cuanto a la estabilidad, evitando se provoquen movimientos de desplazamiento en las capas de suelo.

De acuerdo con los tipos de material que conforman las capas del suelo, las profundidades de las excavaciones para la introducción de infraestructura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario se realizarán mayormente sobre material tipo “B”. El tipo de material (choy) tiene una amplia demanda para la conformación de terraplenes y material de relleno de obras, por lo tanto, este permite que sea empleado al máximo en el relleno de zanjas y en la conformación de taludes y vialidades, evitando acarreos excesivos de material de banco o residuales del corte. Este tipo de material tendido en las calles con la humedad y compactación adecuada, mantendrá estables las superficies de las vialidades, disminuyendo la erosión en tanto se lleva a cabo su pavimentación una vez introducida la infraestructura de servicios.

Debido a los costos que implican las excavaciones en el desarrollo de la construcción de viviendas, estas prefieren ser evitadas por lo que se emplean diseños estructurales, evitando excesivos cortes o rellenos, optando más por la segunda opción (es la más económica); para llevarla a cabo hay que hacer antes un muro de contención, para luego proceder con el relleno y la nivelación y usarlos para asentar el piso, pero nunca para apoyar los cimientos. Para la cimentación, incluso en construcciones sobre laderas, se excava hasta llegar suelo natural y firme.

De acuerdo a la pendiente calculada se puede apreciar que la mayor parte de las áreas destinadas a la lotificación se encuentran en una pendiente promedio de

26.9%, si bien es cierto que dicha área se encuentra por arriba de los 15% máximo recomendado para construcción que señala la bibliografía, se considera viable tomando en cuenta que la mayoría de las pendientes de la región en las zonas urbanas y urbanizables de Jalpan de Serra se encuentran con pendientes entre 25 y 30%. El trazo de las vialidades se establece de acuerdo a la configuración del terreno, de esta manera se evitan cortes excesivos y movimiento de tierras tanto en la apertura de vialidades como en la construcción de las viviendas.

La distribución de las áreas dentro del polígono se definió con base en el análisis de la pendiente del terreno, diferenciando tres zonas funcionales: lotificación, vialidades y áreas verdes. Los lotes se localizan en las superficies con menor pendiente, con el fin de minimizar los movimientos de tierra, mientras que las zonas con pendientes más pronunciadas se destinan a áreas verdes, las cuales se conservarán para favorecer la retención del suelo y reducir procesos erosivos en la depresión topográfica (escurrimiento).

La eliminación de vegetación se realizará de manera gradual (5 años) conforme avance la construcción de servicios y viviendas, con excepción de la superficie correspondiente a la CAS a permanecer en los lotes. Esta medida tiene como objetivo disminuir el arrastre de partículas de suelo hacia las zonas más bajas del predio. Asimismo, se considera que las pendientes donde se efectuarán movimientos de tierra, tanto por la apertura de vialidades como por la lotificación, no presentan inclinaciones significativas, lo que permite prever una reducción en los procesos de erosión y transporte de sedimentos.

Con base en lo anterior, se concluye que las condiciones topográficas, geomorfológicas, geológicas y edáficas del predio son compatibles con el desarrollo urbano propuesto, al presentar estabilidad de laderas que reduce la probabilidad de eventos de remoción en masa. De igual forma, no se requieren excavaciones profundas que alteren de manera relevante la estructura del relieve y del paisaje, ni se prevé la necesidad de realizar mejoramiento de suelos mediante el uso de materiales provenientes de bancos.

#### *III.3.3.4. Hidrológica Superficial y Subterránea*

El proyecto se ubica en la microcuenca Jalpan, esta unidad mínima de escurrimiento se ubica en la subcuenca del Tampaón - Santa María, dentro de la cuenca hidrológica del Río Tamuín y que a su vez pertenece a la Región Hidrológica No. 26 Pánuco. El acuífero Tampaón- Zona de Sierra pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Norte y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Querétaro. En el territorio completo que cubre el acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea. Sin embargo, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, conforme a la Ley de Aguas Nacionales.

En la superficie que cubre el acuífero se han llevado a cabo algunos estudios de carácter regional, con fines hidrogeológicos, geológicos y geofísicos[18], con el objetivo de localizar sitios adecuados para la perforación de pozos. El censo de aprovechamientos identificó la existencia de 2 pozos, 10 norias, 13 manantiales y una galería filtrante. Se realizó el muestreo de agua subterránea y la ejecución de ocho sondeos eléctricos verticales (SEV), cuya interpretación identificó tres unidades geo eléctricas: la unidad A corresponde a materiales granulares, la unidad B compuesta de rocas volcánicas y la unidad C asociada a rocas calcáreas; asignando permeabilidad alta a las rocas calcáreas, permeabilidad media al relleno aluvial y permeabilidad baja a las rocas ígneas.

Las evidencias geológicas e hidrogeológicas permiten entonces, definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada de extensión y espesor reducido, así como por conglomerados, cuya presencia se restringe a los pequeños valles aluviales y al cauce de ríos y arroyos; la unidad inferior está conformada por calizas que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución. Estas rocas pueden presentar condiciones de confinamiento y semiconfinamiento debido a que están sobre yacidas por lutitas y limolitas.

Hidrológicamente, la microcuenca funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transforma en escurrimientos. Esta acción es función de una gran cantidad de parámetros que influyen en el comportamiento hidrológico y por ello son punto de partida de los análisis que se realicen en ella.

***a) Hidrología superficial***

En la región hidrográfica, el proyecto se localiza en su parte más lejana del punto de descarga de los escurrimientos, ubicándose al sureste del acuífero, lo que significa que la zona de estudio se encuentra prácticamente cerca del parteaguas continental, mismo que divide las vertientes del Golfo y del Pacifico en la parte central de México.

La hidrografía del acuífero presenta un drenaje variado, principalmente de tipo dendrítico y en menor proporción paralelo y rectangular. La microcuenca Jalpan presenta un escurrimiento principal de tipo intermitente (Río Jalpan) formado por otros ríos que descienden de la parte alta de la sierra, en el municipio de Pinal de Amoles, compuestos por el Río Escanela y Río El Chuveje, posteriormente adquiere la denominación de Río Jalpan, cuya concentración de agua se da en el vaso de captación (Presa Jalpan), localizada al suroeste de la ubicación del proyecto (fuera de la microcuenca de estudio). El río Jalpan continúa su trayectoria, atraviesa la

[18] Servicios de prospección geohidrológica y ejecución de sondeos eléctricos verticales en la zona de Jalpan, Landa de Matamoros y Arroyo Seco, en la porción nororiental del estado de Querétaro. Elaborado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en 1981.

zona urbana del municipio, se dirige por el valle y se interna al municipio de Arroyo Seco, hasta su unión con el río Santa María.

En esta región, el proyecto se localiza en su parte más lejana del punto de descarga de los escurrimientos, ubicándose en al sureste del acuífero, lo que significa que la zona de estudio se encuentra prácticamente cerca del parteaguas continental, mismo que divide las vertientes del Golfo y del Pacifico en la parte central de México.

La presa Jalpan fue construida sobre el cauce del río Jalpan, única fuente de abastecimiento de la misma, con una capacidad máxima de almacenamiento de 8 millones de metros cúbicos en una superficie de 68 ha. Actualmente el agua almacenada es usada con fines agrícolas para el regadío de cultivos, además de servir como fuente de abastecimiento para parte del consumo doméstico de la población de Jalpan de Serra. Así, mismo se dan actividades pesqueras en pequeña escala, consumiendo su producción en las localidades vecinas…[19] Este embalse se localiza fuera de la Región Ecológica (zona de estudio), situado aguas arriba (al sur) de la microcuenca Jalpan.

En la Región Ecológica (microcuenca) se presentan varios escurrimientos superficiales y otros cuerpos de agua, que se unen al escurrimiento principal; no tienen denominación alguna indicada en la cartografía, salvo el Arroyo Botones próximo al punto de salida y el arroyo del Real en el punto de entrada, hacia el Sureste; todos los escurrimientos son de tipo temporal y cortos en longitud. El escurrimiento principal **río Jalpan** es de tipo intermitente.

El patrón de drenaje de la Microcuenca está compuesto por una red de avenamiento de tipo exorreica cuya longitud de escurrimientos se calculó en 67.58 Km, siendo 65.01 km de tipo intermitentes.la Región Ecológica es dividido en dirección sur - norte por el río Jalpan, localizado un poco al este de la parte central de la microcuenca que lleva su nombre.

Al interior de la Región Ecológica se localizan escurrimientos que descienden de los parteaguas hacia el río Jalpan, siendo en mayor cantidad los del lado poniente. Todos los escurrimientos son innominados a excepción del río Jalpan; el Arroyo del Real que entra en el lado oriente e intercepta con el escurrimiento principal (Río Jalpan); y el arroyo Botones que se localiza al norte, cercano al punto de salida del escurrimiento superficial.

[19] Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).-compilador Roberto Pedraza Ruiz.

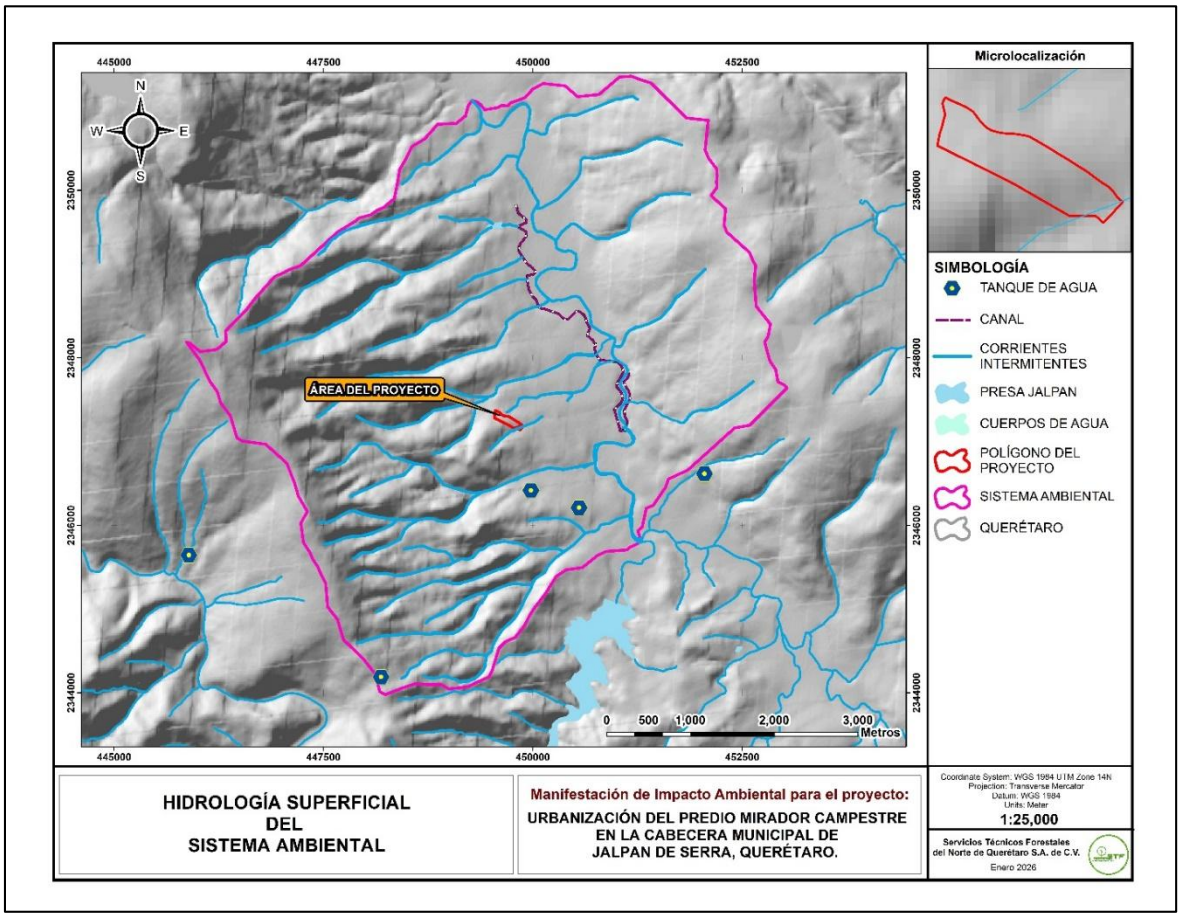



Ilustración 157 Hidrología superficial de la Región Ecológica (Microcuenca Jalpan)

**Con base en el mapa de hidrología superficial, se tiene que no existen corrientes superficiales cartografiadas que atraviesen la superficie del proyecto**; se observa además que el escurrimiento más cercano al sitio de construcción es tributario en el punto de salida hacia un escurrimiento innominado de mayor dimensión, que proviene del parteaguas hacia la zona central de la Región Ecológica. Estos elementos hidrológicos se encuentran alejados de la superficie de construcción, por lo que no se verán afectados por arrastre de partículas o contaminantes del proyecto. Las actividades de cambio de uso de suelo y construcción no afectarán la dirección, cantidad ni calidad de dicho escurrimiento, como fue descrito en los apartados correspondientes.

El escurrimiento temporal innominado que se forma por la depresión del relieve al este del predio, se localiza fuera de la superficie de afectación para la construcción de calles y viviendas. Con base en el estudio hidrológico y opinión técnica de la CONAGUA se tiene que el proyecto no abarca superficies federales.

Los escurrimientos en la RE mayormente son de tipo temporal debido a que solo conducen agua por sus cauces durante la época de lluvias del año; además, debido a las condiciones de pendiente en el relieve, existe un rápido desalojo del gasto que

precipita en las laderas de la cuenca, en este sentido, también las altas temperaturas que se presentan en los meses de abril, mayo y junio terminan por afectar su permanencia. La puesta en marcha del proyecto, no pone en riesgo ningún escurrimiento llevando a cabo las actividades en los periodos indicados y con las medidas propuestas.

Dentro de la microcuenca se encuentran 6 manantiales al poniente, aguas arriba del sitio propuesto. Se encontró solamente 1 cuerpo de agua (ollas y jagüeyes) de uso agropecuario. Estos elementos hidrológicos se encuentran alejados del polígono del proyecto, por lo que no se verán afectados.

El abasto de agua durante la operación del fraccionamiento provendrá del sistema de agua potable administrado por la CEA. La infraestructura para el abasto será habilitada por el promovente conforme a lo establecido en el CUEQ y Reglamento de construcción, las fuentes de abastecimiento son atribución del organismo operador. El proyecto no contempla el uso de cuerpos de agua superficiales, ni el alumbramiento de agua subterránea. El agua empleada en la construcción será adquirida con proveedores de la región.

El movimiento de tierras se efectuará alejado del área de protección del escurrimiento, se proponen medidas de mitigación para la retención de sedimentos. Se estima que con las medidas preventivas no se afectará la dirección, cantidad ni calidad de dicho escurrimiento por residuos contaminantes o por el arrastre de partículas al realizar las actividades de cambio de uso de suelo, apertura de vialidades, introducción de servicios y la posterior construcción progresiva de viviendas; debido a la distancia entre el arroyo y la superficie prevista para su urbanización.

- *Características actuales de los cuerpos de agua.*

Con el propósito de caracterizar las condiciones actuales del escurrimiento superficial asociado al proyecto, se realizó la medición del ancho del cauce, determinadas a partir de las huellas máximas identificadas en campo en distintas secciones del mismo. Dichas mediciones se documentaron mediante un registro fotográfico sistemático de los puntos evaluados, con el fin de sustentar las dimensiones y el comportamiento actual del escurrimiento cercano a la superficie, descritos en el apartado correspondiente.

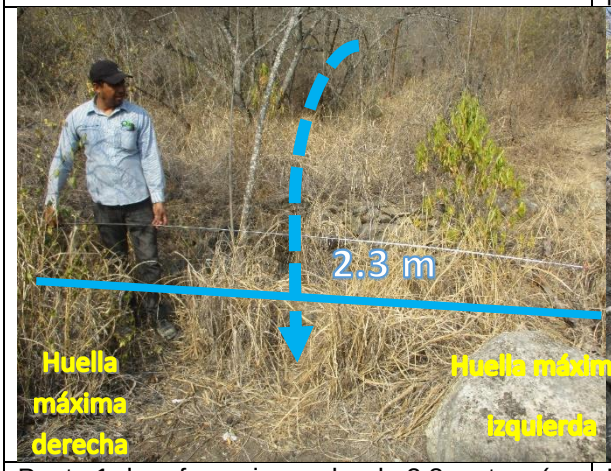
Las imágenes siguientes demuestran las condiciones del sitio en las diferentes secciones del cauce del escurrimiento cercano la superficie del proyecto, en diferentes secciones, sus anchos de cauce considerando sus huellas máximas, no superan los 6 metros.



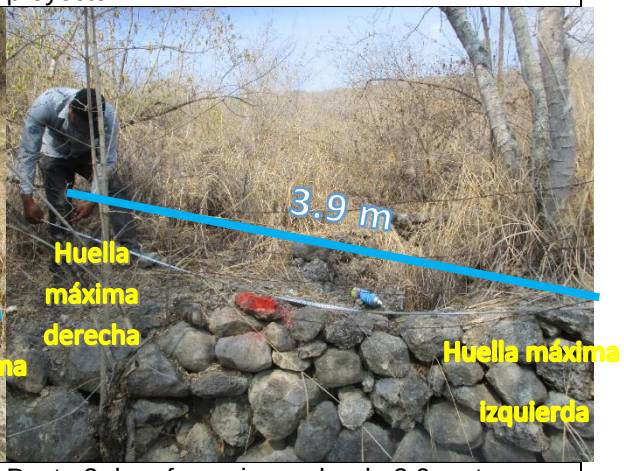
Condición general del escurrimiento cercano al predio del proyecto.



Presencia de residuos sólidos dentro del escurrimiento innominado colindante al proyecto.




Punto 1 de referencia, ancho de 2.3 metros (se georreferenció el centro de cauce con GPS precisión de +-2m; y midió el ancho de las huellas máximas mediante flexómetro).



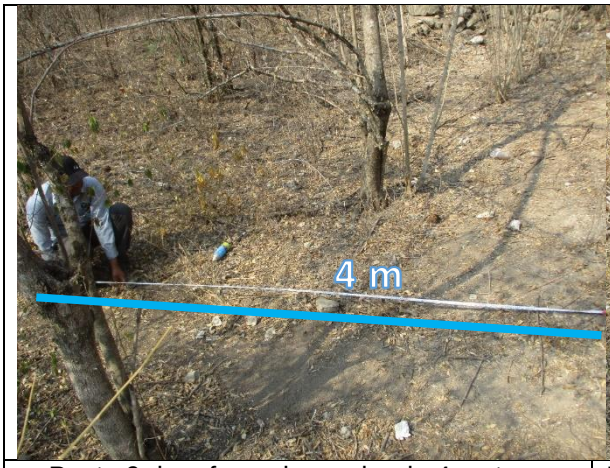

Punto 3 de referencia, ancho de 3.9 metros.



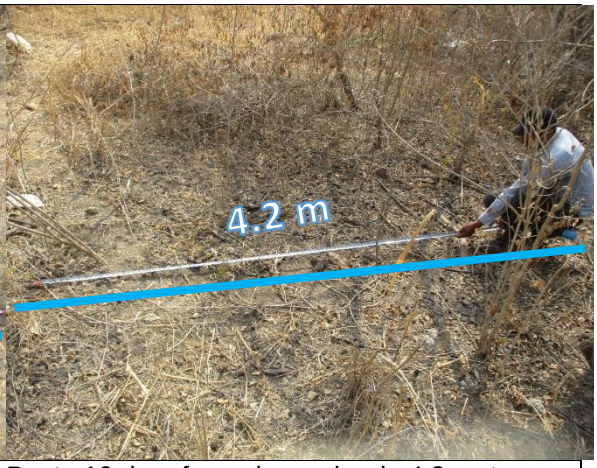

Punto 5 de referencia, ancho de 3.1 metros.



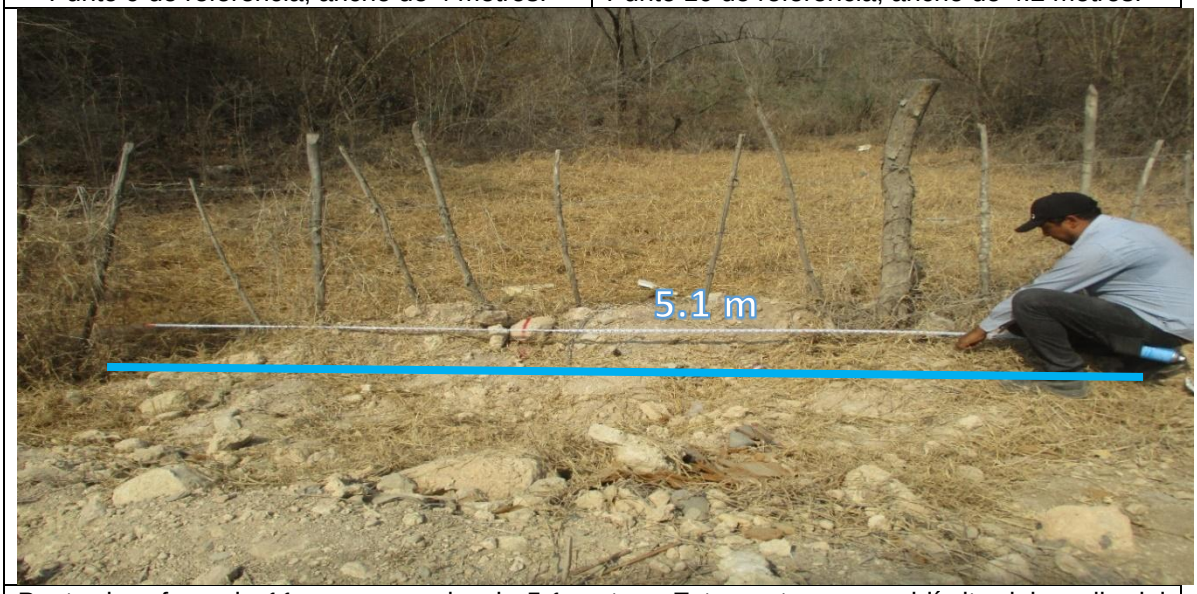
Punto 7 de referencia, ancho de 3 metros.




Punto 9 de referencia, ancho de 4 metros.




Punto 10 de referencia, ancho de 4.2 metros.




Punto de referencia 11, con un ancho de 5.1 metros. Este punto marca el límite del predio del proyecto, correspondiente a la parte más baja de esta sección del arroyo analizado.

- *Cambios en los escurrimientos y cuerpos de agua en los últimos 5 años*

Los efectos del cambio climático están modificando la disponibilidad de agua, al hacerla más escasa en más regiones. En algunas otras regiones tormentas destructivas se han vuelto más intensas y más frecuentes. Un factor que refleja el cambio climático a nivel mundial y nacional es la sequía. De acuerdo al Monitor de Sequía en México (MSM) y como se han presentado en los últimos 5 años se obtuvo la siguiente información:

Clasificación de la Sequía

| CLASIFICACION DE LA SEQUÍA DE ACUERDO AL MONITOR DE SEQUÍA | |
|---|---|
| Anormalmente Seco | D0 |
| Sequía Moderada | D1 |
| Sequía Severa | D2 |
| Sequía Extrema | D3 |
| Sequía Excepcional | D4 |
| **Sin Sequía** | |

De acuerdo con las normales climatológicas del Sistema Meteorológico Nacional de la estación 22007 (DGE) de Jalpan de Serra, se recolectó la información de los últimos 5 años, siendo el año del 2021 con una mayor precipitación de 1,009.81 mm y 75 días con lluvia, y el año con una menor precipitación fue el 2020 con 77.4 mm y 10 días con lluvia. Como se puede observar en los datos recolectados, los años con mayores o menores precipitaciones son variables y el proyecto no interfiere con la cantidad de agua precipitada.

| AÑO | Precipitación (mm) | Días con lluvia por año | Evaporación |
|---|---|---|---|
| **2019** | 510.8 | 60 | 1407.43 |
| **2020** | 77.4 | 10 | 617.62 |
| **2021** | 1009.81 | 75 | 1026.2 |
| **2022** | 546.5 | 64 | 1655.98 |
| **2023** | 412.22 | 72 | 1551.74 |

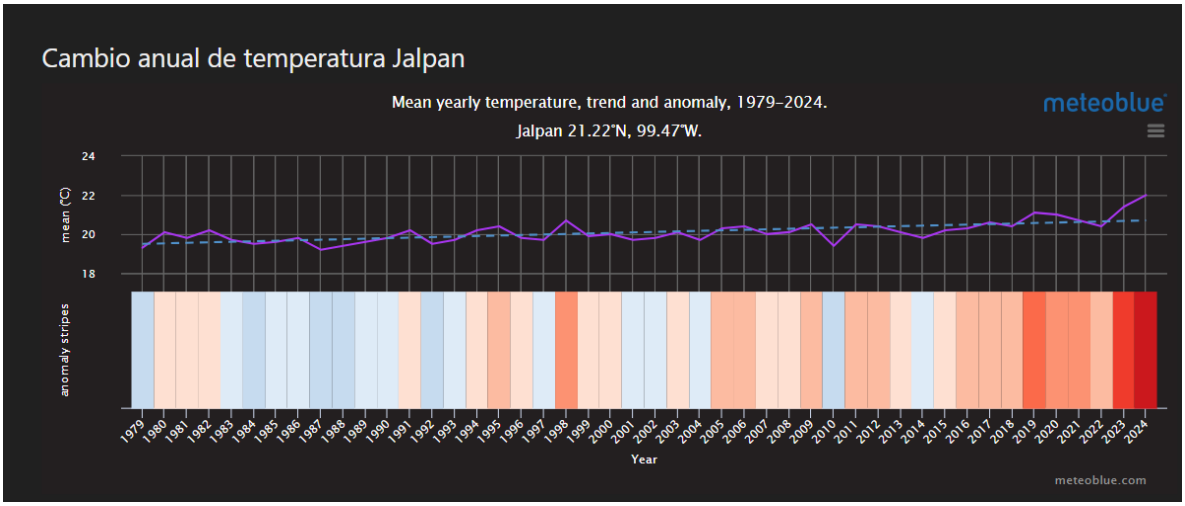
Clasificación de la Sequía en los últimos 5 años en el municipio de Jalpan de Serra

| Año | Clasificación de Sequía | | | | | | Total de Quincenas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | Sin sequía | |
| 2019 | | | 18 | 6 | | | 24 |
| 2020 | 3 | 12 | 9 | | | | 24 |
| 2021 | 7 | 7 | 8 | | | 2 | 24 |
| 2022 | 3 | 15 | 6 | | | | 24 |
| 2023 | 7 | 3 | 3 | 1 | 7 | 2 | 23 |
| 2024 | 2 | 5 | | | 12 | 5 | 24 |
| **Total** | **22** | **42** | **44** | **7** | **19** | **9** | **143** |

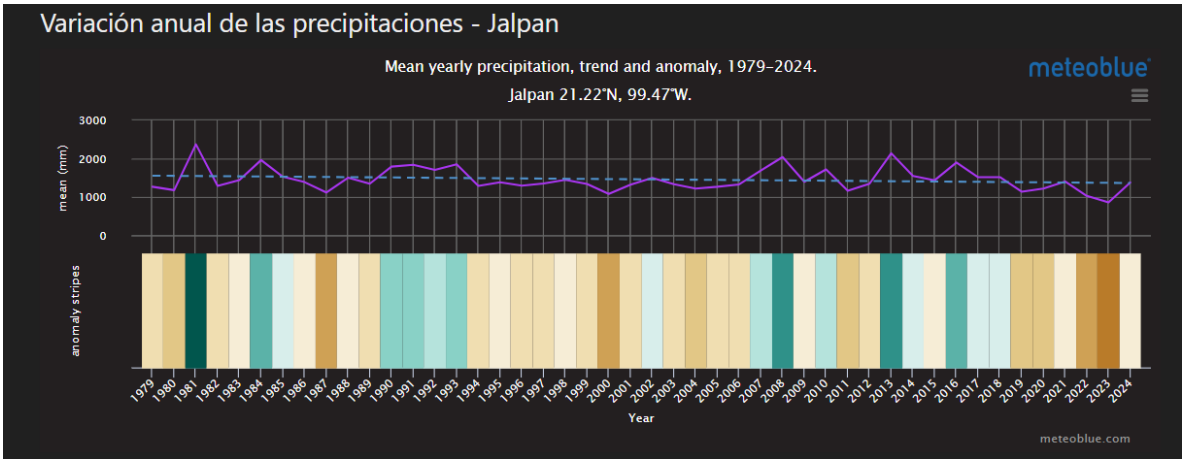
En el año 2024 existieron quincenas con más sequías excepcionales (12) pero también hubo sequías de anormalmente seco y en 5 quincenas no existió sequía alguna; en cambio en el año 2019 no hubo quincenas con sequías excepcionales, solo se presentaron 6 quincenas con sequias extremas. Las sequías son muy variables año con año, sin embargo, es posible notar un incremento de las

quincenas con sequias excepcionales. Lo cual está directamente relacionado con el incremento en las temperaturas y disminución de la precipitación media anual.

Para complementar la información de cómo el cambio climático ha afectado la región de Jalpan de Serra, se consultó el servidor meteoblue el cual maneja datos meteorológicos de alta calidad en cualquier punto terrestre o marítimo del mundo contrastando más de 30 modelos meteorológicos usando tecnología ERA5 (el re análisis atmosférico de quinta generación del ECMWF sobre el clima mundial), que abarca el periodo comprendido entre 1979 y 2024 con una resolución espacial de 30 km para la zona.




De la gráfica anterior se puede notar la línea azul discontinua que muestra la tendencia linear del cambio climático, para la región de Jalpan de Serra la tendencia de la temperatura es positiva durante todo el periodo evaluado, esto quiere decir que las condiciones del sitio se están calentado debido al cambio climático. Específicamente en los últimos 5 años (2020-2024), las temperaturas promedio tuvieron un comportamiento en descenso del 2020 al 2022 (21.0 °C, 20.7 °C, 20.4 °C) pero en 2023 subió nuevamente a 21.4°C y el año pasado incrementó a 22.0 °C. En la parte inferior, el gráfico muestra las denominadas "franjas de calentamiento". Cada franja de color representa la temperatura media de un año: azul para los años más fríos y rojo para los más cálido, en este sentido, los últimos 5 años son caracterizados como los más cálidos. De esto se puede inferir que las sequias también han tomado una tendencia ascendente en los últimos 5 años.




Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/jalpan_m%c3%a9xico_3526601?month=10

El gráfico superior muestra una estimación de la precipitación total media para la región de Jalpan de Serra. La línea azul discontinua muestra una tendencia ligeramente negativa para todo el periodo evaluado, evidenciando condiciones cada vez más secas con el paso del tiempo. Como se puede apreciar en los últimos 5 años la tendencia fue negativa con un ligero pico en el 2021 (con 1402.2 mm), sin embargo, en el 2022 y 2023 las precipitaciones en el sitio disminuyeron drásticamente (1028.1 mm a 857.7 mm) y hasta el año pasado la precipitación incremento a 1377.9 mm, reportándose en este mismo año eventos extraordinarios que causaron el desborde de la presa e inundaciones aguas abajo.

Así mismo, el gráfico muestra las denominadas “franjas de precipitación”. Cada faja de color representa la precipitación total de un año: verde para los años más húmedos y marrón para los más secos, en este sentido, los colores de los últimos años denotan que fueron más secos.

El proyecto no influye significativamente en los cambios de temperatura y precipitación, ya que la vegetación forestal que será retirada para la construcción del fraccionamiento será compensada mediante una reforestación en un sitio degradado al interior delRE, y se estima que en un corto plazo se establecerá y compensará los servicios ambientales que brinda, entre ellos la regulación del microclima, principalmente al reducir las temperaturas (mediante la sombra y la evapotranspiración) y aumentar la humedad del aire y la velocidad del viento. Aunado a lo anterior, se dejarán áreas verdes dentro del fraccionamiento y una superficie muy amplia de vegetación forestal conservada al interior del predio en los margenes del escurrimiento. Así mismo se realizará la reubicación de un porcentaje importante de ejemplares rescatados del proceso de desmonte.

En la página web de LANDviewer se pueden consultar imágenes satélites en diferentes fechas, siempre y cuando estén disponibles, al igual que visualizar diferentes índices espectrales que se realizan con ayuda de las bandas satelitales. Las visualizaciones se verán enfocadas al cuerpo de agua más cercano al proyecto,

que en este caso es la presa Jalpan. Sin embargo,la Región Ecológica no lo abarca debido a que el escurrimiento más cercano al proyecto no desemboca en la presa, sino al río Jalpan que sigue su cauce hasta su unión con el río Santa María. Para el caso del siguiente análisis se hizo una comparativa de estas imágenes del año 2021 al 2025, abarcando un cambio de 5 años, ocupando imágenes Sentinel-2 que se hayan tomado después de la temporada de lluvia.



Imagen satelital Sentinel-2 del 02 de diciembre de 2021



Imagen satelital Sentinel-2 del 28 de octubre de 2022



Imagen satelital Sentinel-2 del 17 noviembre de 2023

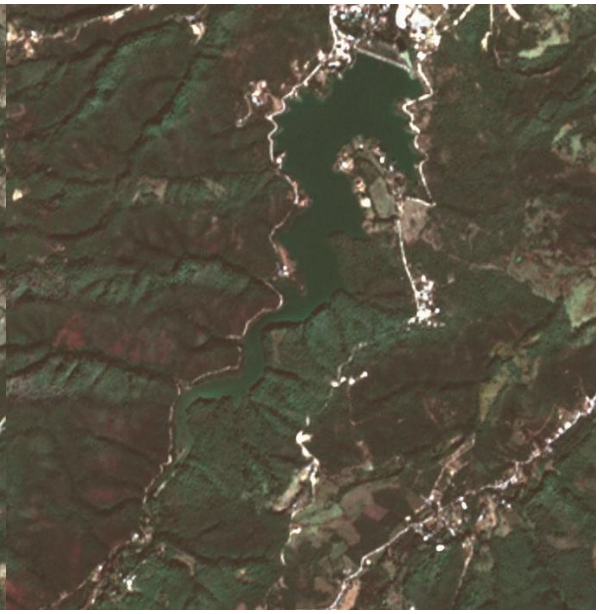


Imagen satelital Sentinel-2 del 26 de noviembre de 2024



Imagen satelital Sentinel-2 del 21 de noviembre de 2025

En el año 2023 es donde se logra observar más la disminución de la presa Jalpan, debido a la sequía y como consecuencia disminuyó el volumen de agua, pero para el año 2024 se observa cómo la presa se encuentra a su máxima capacidad, inclusive se visualiza su desborde. Sin embargo, el proyecto no afectará al volumen acumulado por la presa ya que el escurrimiento más cercano desemboca en el Río Jalpan, aguas abajo del embalse. El análisis se realiza con la finalidad de demostrar que actualmente no existe una alta vulnerabilidad al cambio climático, en el tema hídrico en la región.

Como fue mencionado en el apartado correspondiente de la MIA-P, en el territorio completo que cubre el acuífero **no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea**. Es decir, existe disponibilidad, sin embargo, el abasto de agua para el fraccionamiento es administrado por la CEA el cual proviene principalmente del Sistema Ayutla.

***b) Hidrología subterránea***

Prácticamente el 100% del a Región Ecológica, se ubica sobre el acuífero (clave 2411) “Tampaón - Zona de Sierra” en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción nororiental del Estado de Querétaro. Este acuífero comprende una superficie de 1298.99 $km^2$. Limita al norte y este con el acuífero Huasteca Potosina perteneciente al estado de San Luis Potosí, al sur con el acuífero Tolimán, ubicado en el Estado de Querétaro y al oeste con el acuífero Xichú–Atarjea del Estado de Guanajuato.

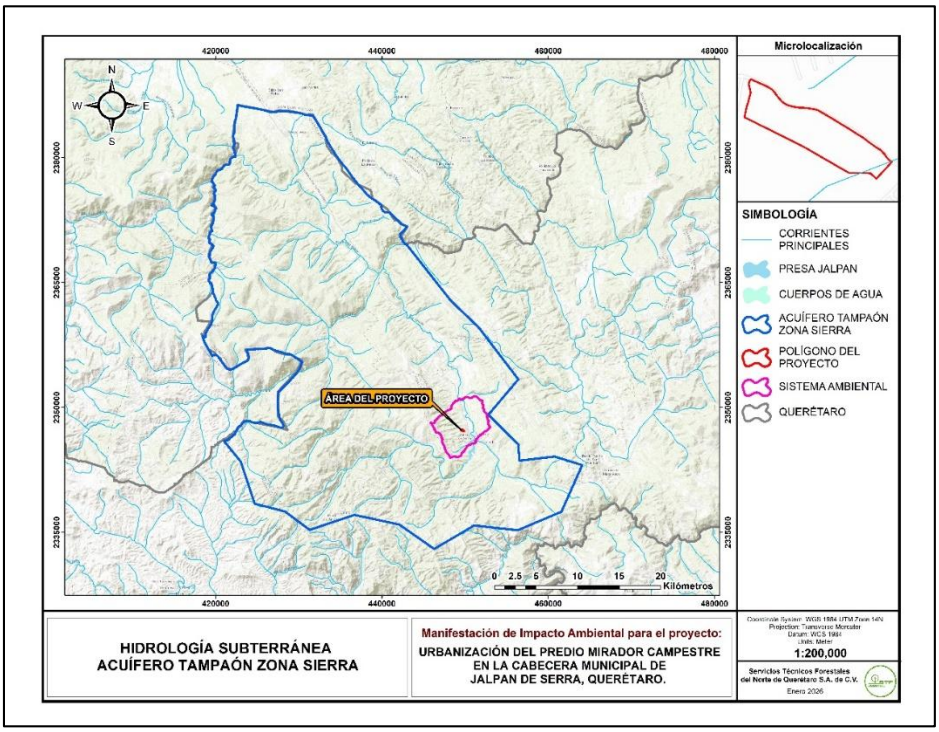


Ilustración 158 Localización del acuífero donde se ubica la REdel proyecto.

El área cubierta por el acuífero se ubica dentro de la Región Hidrológica RH 26, Río Pánuco, Subregión Hidrológica Alto Pánuco, Cuenca Río Tamuín (26 C), subcuenca del Río Tampaón-Santa Martha-La Laja. Entre los ríos más caudalosos e importantes de la zona destacan: Jalpan, Santa María, La Florida, Huastequita, La Atarjea, Concá y San Isidro, así como algunos arroyos importantes como El Guayabito y Arroyo Grande. Geopolíticamente abarca prácticamente en su totalidad el municipio Arroyo Seco, parcialmente los municipios Pinal de Amoles y Jalpan de Serra y sólo una pequeña porción al sureste se localiza en el municipio Peñamiller.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4.

**Disponibilidad**

- No rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.
- El principal usuario del agua subterránea es el público-urbano.
- No se permite la perforación de pozos, ni la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin la concesión o asignación de la CONAGUA
- No se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la CONAGUA.
- En el acuífero no se localiza Distrito de Riego alguno.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea corresponde a una fecha de corte en el registro público de derechos de agua al 31 de diciembre de 2020.

**Recarga Total Media Anual (Rt):**
La recarga total media anual (volumen de agua) que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida en un intervalo de tiempo específico. se obtiene dividiendo la recarga total deducida del balance de aguas subterráneas, entre el número de años del intervalo de tiempo utilizado para plantearlo. Las entradas al acuífero Tampaón Zona de Sierra están integradas básicamente por la recarga natural que se produce por la infiltración de la lluvia. **El acuífero presenta un valor de 49hm$^3$ /año (Millones de m$^3$ / año).**

**Descarga Natural Comprometida (DNC):**
Es el volumen que representa una fracción de la descarga natural de un acuífero, se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que están comprometidos como agua superficial, alimentados por un acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar la alimentación de acuíferos adyacentes, sostener el uso ambiental y prevenir la inmigración de agua de mala calidad al acuífero considerado. Para el caso del Acuífero Tampaón Zona de Sierra, se considera que **la descarga natural comprometida es de 13.6 hm$^3$ anuales**, los cuales corresponden a la descarga de los manantiales comprometidos para usos doméstico y pecuario.

**Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS):**
Se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, determinados para el acuífero de que se trate, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. Para este acuífero **el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 2,388,399 m$^3$ anuales,** que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

**Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA):**
La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma, se obtiene de restar al volumen de recarga

total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$DMA = R – DNC – VEAS$$
$$DMA = 49.0 – 13.6 – 2.388399$$
$$DMA = 33.011601\ hm^3/año.$$

El resultado indica que existe un **volumen disponible de 33,011,601 $m^3$ anuales** para otorgar nuevas concesiones de este acuífero.

Haciendo la comparativa con la disponibilidad que existía en el año 2014, se tiene una ligera disminución de la disponibilidad de aguas subterráneas de **1.21 $m^3$ anuales.** Sin embargo, este cambio se debe al incremento del volumen concesionado de aguas subterráneas VEAS, más no a una disminución de la recarga natural del agua (que puede ser influenciada por el cambio climático), ya que esta no cambia.

Por lo anterior se puede concluir que el acuífero no presenta déficit en el balance hídrico y hay disponibilidad para mantener las concesiones actuales e inclusive para otorgar nuevas. Sin embargo, **el abasto de agua para el fraccionamiento será administrado por la CEA** obtenida principalmente del Sistema Ayutla, cuya obra de toma se localiza en el río Ayutla Municipio de Arroyo Seco Querétaro, que es un cuerpo de agua corriente; no se obtiene de pozos subterráneos que modifiquen la capacidad del acuífero. De manera que la evaluación de los impactos ocasionados a las fuentes de las cuales se abastece el sistema de agua potable de la CEA, con base en los volúmenes de suministro y el padrón de usuarios también corresponde al organismo operador, y proponer las medidas para su conservación en cumplimiento de sus atribuciones.

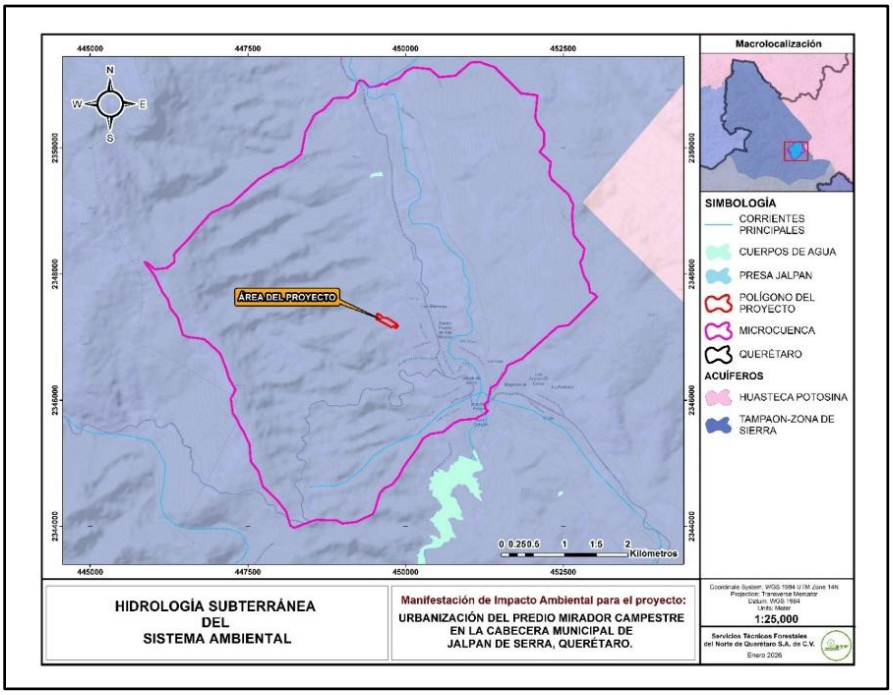


Ilustración 159 Hidrología subterránea de la Región Ecológica.

***c) Influencia con el proyecto en la condición de la hidrología superficial y subterránea.***

Existe una relación entre los cambios de usos de suelo y los volúmenes de escurrimiento dentro de una cuenca; al reducirse las zonas naturales aumentan dichos volúmenes en la salida de la cuenca, lo que podría ocasionar inundaciones en las partes bajas e incremento en el caudal.

La temporalidad de todos los escurrimientos superficiales en la microcuenca, es intermitente; es decir, que solo conducen agua por sus cauces durante la época de lluvias del año, además, debido a las condiciones de pendiente del terreno, existe un rápido desalojo del gasto que precipita en las laderas de la microcuenca, en este sentido, también las altas temperaturas que se presentan en los meses de abril, mayo y junio terminan por afectar su permanencia. De esta manera, se sabe que la puesta en marcha del proyecto, no pone en riesgo ningún escurrimiento. Se pondrá especial cuidado y vigilancia en el desarrollo de cada una de las actividades, durante el proceso constructivo del proyecto, a fin de evitar cualquier posible afectación al área de drenaje evitando su obstrucción con cualquier tipo de infraestructura. Con la construcción del proyecto se llevará a cabo la pavimentación de calles y paulatinamente la superficie de los lotes por la construcción de las viviendas lo que ocasiona el incremento en el escurrimiento superficial con repercusiones en la parte baja de la cuenca; sin embargo, esta condición fue modelada y analizada en el estudio hidrológico a fin de determinar el riesgo de desbordamiento e inundaciones. En el Informe Técnico de Incorporación de la CEA se solicita la construcción de

obras de infraestructura para la regulación pluvial; por lo que, los escurrimientos superficiales que salen del fraccionamiento estarán controlados.

La remoción de la cubierta vegetal y la construcción de infraestructura que crea una capa impermeable ocasiona cambios que involucran variaciones negativas en el régimen hídrico, pérdida de biodiversidad y modificaciones en las condiciones climáticas, las cuales hacen posible el abastecimiento de materias primas y la subsistencia de muchos peruanos (Meza *et al*., 2006; citado por Tagle, 2014). Usualmente el ciclo hidrológico es uno de los principales procesos afectados lo cual provoca cambios en la disponibilidad de agua del ecosistema. La reducción de la superficie forestal por la implementación del proyecto repercute en la recarga de acuíferos, por lo que se proponen medidas de compensación ambiental para recuperar el balance hídrico, sin embargo como ya fue analizado el acuífero no presenta déficit y cabe señalar que el proyecto no pretende el alumbramiento de aguas subterráneas, el abasto al fraccionamiento se llevará a cabo a través de la red de agua potable a introducir por el fraccionador y operado por la CEA desde las fuentes de abastecimiento que considere el organismo operador.

***d) Estimación de la infiltración***

Con motivo de tener una estimación cuantitativa de la cantidad de agua que se dejaría de infiltrar por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en la superficie del proyecto, se realizarán los cálculos del balance hídrico en el área sujeta a CUSTF tomando en cuenta dos escenarios, antes y después de la remoción de la vegetación forestal. En el apartado de medidas de mitigación se retoman estos valores y se lleva a cabo el cálculo de la recuperación que tendría (Balance hídrico) con la implementación de cada una de las medidas propuestas en relación con la recarga hídrica.

<u>Condiciones de la superficie de Cambio de Uso de Suelo</u>

La superficie de cambio de uso de suelo es de **2.7316 has**, con vegetación forestal de **selva baja caducifolia** con una densidad de alrededor del 80%, en donde predomina un clima semicálido (A)C(w0)(w), con temperatura media anual mayor de 23.6°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C; precipitación media anual de **869.2 mm** y una media mensual de 72.43 mm. Suelo de tipo *Cambisol cálcico asociado a luvisol cálcico*, de textura fina y fase física gravosa (Bk+Lk/3/G). La pendiente promedio de los polígonos de CUSTF se estiman en 26.9%.

## Cálculo del balance hídrico en las áreas sujetas a CUSTF (sin remoción de vegetación forestal)

La determinación de los escurrimientos superficiales y la cantidad de agua captada por el suelo, de acuerdo al tipo de vegetación y de la cobertura, es muy importante, toda vez que se considera un servicio ambiental que aportan las áreas forestales, esto al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia, y permitir la infiltración para la recarga de los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua en la cuenca.

El agua que escurre representa un porcentaje bajo del total del agua de lluvia que se precipita al suelo en condiciones naturales; no puede considerarse como parte del servicio ambiental, dado que es el volumen del agua que no pueden capturar las áreas forestales; no contribuye a la recarga de los mantos acuíferos necesarios para el abastecimiento de agua para la población y para la vida silvestre.

El agua de infiltración es la cantidad de agua que en realidad está capturando el área forestal en condiciones naturales. El potencial de captura de agua en un terreno forestal depende de diversos factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, tipo de suelo, tipo y estado de conservación de la vegetación y geomorfología del área, entre otros.

La captura de agua para el área de interés se calculó indirectamente, mediante la estimación del volumen de escurrimiento, el cual se obtuvo con la siguiente formula (Martínez-Ménez, 2005).

$$Vm = (Vp)\ (Ce)$$

Donde:

Vm: es el volumen medio de escurrimiento
Vp: es el volumen precipitado medio anual
Ce: el coeficiente de escurrimiento

| Volumen capturado (infiltrado) = Volumen precipitado - Volumen escurrido |
|---|

### Cálculo del volumen medio Escurrimiento

El escurrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Posteriormente se iniciará un flujo sobre las laderas, como a través de la matriz de los suelos, de las fracturas de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características, esto es, un flujo subsuperficial (Breña y Jacobo, 2006).

Para el análisis básico del escurrimiento, se deben de considerar las variables siguientes: la intensidad de la precipitación; la capacidad de infiltración de una superficie particular; la condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca; y la característica hidráulica del suelo o roca (Breña y Jacobo, 2006)[20].

El volumen precipitado medio anual, se obtuvo con la información de la normal climatológica más cercana al proyecto 22007 Jalpan (DGE), en el municipio de Jalpan de Serra, Qro, considerando una precipitación media anual de 869.2 mm (periodo 1981-2010) se tendría una precipitación de **8,692.00 m³/ha,** obteniendo los datos siguientes:

*Tabla 225 Estimación del volumen precipitado en el área de CUSTF.*

| Cubierta o uso del suelo | Cobertura o densidad % | Área (ha) | Precipitación m³/ha | Volumen precipitado medio anual (Vp) (m³) |
|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 2.7316 | 8,692.00 | 23,743.06 |
| Total | | **2.7316** | | **23,743.06** |

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que en el área de CUSTF (2.7316 ha) se tendría un volumen precipitado de **23,743.06** $m^3$.

## Cálculo de coeficiente de escurrimiento

Para determinar el Coeficiente de escurrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

La misma NOM-011-CONAGUA-2015 señala que: "*A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 1 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K (véase Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaria de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams)*".

[20]Breña P Felipe y Marco A Jacobo V. 2006. Principios y fundamentos de la Hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF.

*Tabla 226. Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).*

| Tipo de suelo | Características |
|---|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

*Tabla 227. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.*

| USO DEL SUELO | TIPO DE SUELO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas | 0.26 | 0.28 | 0.3 |
| **Cultivos:** | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Legumbres o rotación de praderas | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| **Pastizales**: | | | |
| % del suelo cubierto o pastoreo | | | |
| Más del 75% poco pastoreo | 0.14 | 0.2 | 0.28 |
| Del 50 al 75% regular | 0.2 | 0.24 | 0.3 |
| Menos del 50% excesivo | 0.24 | 0.28 | 0.3 |
| **Bosque:** | | | |
| Cubierto más del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.3 |
| Zonas urbanas | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos | 0.27 | 0.3 | 0.33 |
| Praderas permanentes | 0.18 | 0.24 | 0.3 |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 (Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo a sus características se encuentran en la **categoría B**, suelos medianamente permeables, al ser suelos con textura media con profundidades buenas.

De acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, se obtiene el valor K de acuerdo a la tabla de valores mostrada anteriormente. Considerando el tipo de suelo B y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

*Tabla 228. Factor K del área del proyecto.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Factor K Suelo B |
|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 0.16 |

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura de la Tabla de factores K.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

| K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO. | COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce) |
|---|---|
| **Si K resulta menor o igual que 0.15** | Ce = K (P-250)/2000 |
| **Si K es mayor que 0.15** | Ce = K (P-250)/2000+ (K-0.15)/1.5 |

*Tabla 229. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Factor K Suelo C | Coeficiente de escurrimiento |
|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 0.16 | 0.056 |

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se estimó el escurrimiento medio con base al volumen precipitado medio anual multiplicado por el coeficiente de escurrimiento, obteniendo los siguientes resultados:

*Tabla 230. Escurrimiento medio en el escenario actual.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Área (ha) | Volumen precipitado medio anual (Vp) | Coeficiente de escurrimiento (Ce) | Volumen medio de escurrimiento (Vm) en $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 2.7316 | 23,743.06 | 0.056 | 1,334.42 |
| Total | | **2.7316** | **23,743.06** | | **1,334.42** |

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total de dentro del área del predio es de **1,334.42 $m^3$**.

## Cálculo de la infiltración

De esta manera, el volumen de infiltración se asume que es la diferencia entre el volumen precipitado y el volumen escurrido, que establecen el máximo potencial capturado por el terreno, donde se tiene que:

**Volumen capturado = Volumen precipitado – Volumen escurrido**

*Tabla 231. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en el escenario actual (Sin CUSTF).*

| Cubierta o uso del suelo | Cobertura o densidad % | Área (ha) | Volumen precipitado | Volumen escurrido | Volumen capturado (Infiltración) |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 2.7316 | 23,743.07 | 1,34.42 | 22,408.64 |

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de **22,408.64 m³/año** en las **2.7316 ha**.

*Tabla 232. Resumen del balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el escenario actual (con vegetación forestal).*

| Cubierta | Superficie solicitada para CUSTF (Has) | Infiltración (m³/ha/año) | Infiltración en el área de CUSTF (m³/año)* |
|---|---|---|---|
| Selva Baja Caducifolia | 2.7316 | 8,203.49 | 22,408.64 |

## Cálculo del balance hídrico en las áreas sujetas a CUSTF (con remoción de vegetación forestal)

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal que afectará la cobertura forestal en **2.7316 ha;** por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodología para el cálculo de infiltración, con la modificación de la variable del factor K utilizado en la fórmula del cálculo del coeficiente de escurrimiento.

Para no ser repetitivos en la metodología del presente estudio, solamente se presentan las tablas de los cálculos del coeficiente de escurrimiento.

### Cálculo de coeficiente de escurrimiento

Para determinar el Coeficiente de escurrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

La misma NOM-011-CONAGUA-2015 señala que: "*A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 1 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K (véase Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaria de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams)*".

*Tabla 233 Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).*

| Tipo de suelo | Características |
|---|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

*Tabla 234. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.*

| USO DEL SUELO | TIPO DE SUELO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| **Cultivos:** | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Legumbres o rotación de praderas | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| **Pastizales**: | | | |
| % del suelo cubierto o pastoreo | | | |
| Más del 75% poco pastoreo | 0.14 | 0.2 | 0.28 |
| Del 50 al 75% regular | 0.2 | 0.24 | 0.3 |
| Menos del 50% excesivo | 0.24 | 0.28 | 0.3 |
| **Bosque:** | | | |
| Cubierto más del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.3 |
| Zonas urbanas | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos | 0.27 | 0.3 | 0.33 |
| Praderas permanentes | 0.18 | 0.24 | 0.3 |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 (Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo a sus características se encuentran en la **categoría B**, clasificados como suelos medianamente permeables, al ser suelos con textura fina con profundidades buenas. De acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, se obtiene el valor K de acuerdo a la tabla de valores mostrada anteriormente. Considerando el tipo de suelo B y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

*Tabla 235. Factor K del área del proyecto.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Factor K Suelo C |
|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 0 | 0.28 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 60 | 0.22 |

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura de la Tabla de factores K.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

| K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO. | COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce) |
|---|---|
| **Si K resulta menor o igual que 0.15** | Ce = K (P-250)/2000 |
| **Si K es mayor que 0.15** | Ce = K (P-250)/2000+ (K-0.15)/1.5 |

*Tabla 236. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Factor K Suelo C | Coeficiente de escurrimiento |
|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 0 | 0.28 | 0.173 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 60 | 0.22 | 0.115 |

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se estimó el escurrimiento medio con base al volumen precipitado medio anual por el coeficiente de escurrimiento, obteniendo los siguientes resultados:

*Tabla 237. Escurrimiento medio en el escenario con CUSTF.*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Área (ha) | Volumen precipitado medio anual (Vp) ($m^3$) | Coeficiente de escurrimiento (Ce) | Volumen medio de escurrimiento (Vm) ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 0 | 2.3940 | 20,808.65 | 0.173 | 3,607.28 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 60 | 0.3376 | 2,934.42 | 0.115 | 336.81 |
| Total | | **2.7316** | **23,743.07** | | **3,944.08** |

De acuerdo a lo anterior, el escurrimiento total de dentro del área del predio es de **3,944.08 $m^3$**.

## Cálculo de la infiltración

De esta manera, el volumen de infiltración se asume que es la diferencia entre el volumen precipitado y el volumen escurrido, que establecen el máximo potencial capturado por el terreno, donde se tiene que:

**Volumen capturado = Volumen precipitado – Volumen escurrido**

*Tabla 238. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF con la remoción de vegetación.*

| Cubierta o uso del suelo | Cobertura o densidad % | Área (ha) | Volumen precipitado $m^3$ | Volumen escurrido $m^3$ | Volumen capturado (Infiltración) $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 0 | 2.3940 | 20,808.65 | 3,607.28 | 17,201.37 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 60 | 0.3376 | 2,934.42 | 336.81 | 2,597.61 |
| Total | | **2.7316** | **23,743.07** | **3,944.08** | **19,798.98** |

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de **19,798.98 $m^3$/5 años** en las 2.7316 ha., considerando que la totalidad del cambio de uso del suelo se llevará a cabo en 5 años.

*Tabla 239. Resumen del balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el supuesto de haber removido la vegetación en el área de CUSTF.*

| Cubierta | Superficie solicitada para CUSTF (Has) | Infiltración ($m^3$/ha/año) | Infiltración en el área de CUSTF ($m^3$/5 años)* |
|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 2.3940 | 7,185.20 | 17,201.37 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 0.3376 | 7,694.34 | 2,597.61 |
| Total | **2.7316** | | **19,798.98** |

Al comparar la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tiene un detrimento en la capacidad de infiltración de **2,609.66 $m^3$ anuales**; siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para CUSTF en el periodo de 5 años.

*Tabla 240. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios.*

| Infiltración actual ($m^3$) | Infiltración con CUSTF ($m^3$) en 5 años | Detrimento en la infiltración ($m^3$) en 5 años | Detrimento en la infiltración ($m^3$), por año |
|---|---|---|---|
| 22,408.64 | 19,798.98 | **2,609.66*** | **521.93** |

Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en apartados posteriores, así como en los programas correspondientes. Para cada obra se determina el volumen de agua infiltrado y el balance hídrico obtenido presentado en el apartado correspondiente a fin de mantener congruencia en este documento.

### *III.3.3.5. Paisaje*

El paisaje representa la compleja interacción de fenómenos que intervienen en un territorio concreto y que varían en el espacio y en el tiempo. Es un elemento o factor ambiental que aglutina toda una serie de características del medio físico y geográfico. En la mayor parte de los paisajes el hombre forma parte de esa interacción, hasta el punto de constituirse en su factor explicativo fundamental, por lo que la instalación o ejecución de un proyecto, dependiendo de sus características y magnitud, genera de manera inmediata una modificación en la percepción visual del sitio, es decir, se produce un cambio en el medio geográfico que actualmente existe y como consecuencia inevitable también en la dinámica natural de las comunidades biológicas existentes.

El relieve y la vegetación son los factores que más contribuyen a la configuración de un paisaje natural, porque son los elementos más fácilmente percibidos, pero también porque, en el caso del relieve, controla las temperaturas y las precipitaciones, regula la circulación del agua y los nutrientes en las laderas y cauces. La vegetación es por sí misma la causa del paisaje que percibe el observador y se correlaciona con los elementos (clima, relieve, suelos), que la condicionan; de manera que muchas veces basta un análisis detallado e integrado del relieve y de la vegetación para disponer de información sobre el paisaje en un territorio concreto. Cualquier paisaje refleja la heterogeneidad y complejidad con que se combinan los diferentes factores ambientales y los modos de organización de las sociedades humanas a través del tiempo. El paisaje humanizado refleja, por tanto, la peculiar percepción del hombre sobre su territorio; a su vez, las transformaciones que experimenta el paisaje en los últimos años es un reflejo del nuevo valor que adquiere a medida que cambian los modelos de crecimiento económico.

Generalmente un paisaje agradable para un alto porcentaje de personas está relacionado con la existencia de una cobertura forestal adecuada, la presencia de cuerpos de agua y de fauna silvestre, por mencionar algunos elementos. Los sitios que conjuntan estos elementos se vuelven fundamentales y atractivos para pasar un momento familiar en un escenario interesante para el descanso, la distracción y la relajación.

En este tenor, el sitio seleccionado, al ubicarse en un punto de poca elevación, cubierto en algunos ángulos visuales por el relieve y dominado en su entorno por el desarrollo de la traza urbana, se constituye como un lugar no apropiado para la apreciación del paisaje que lo circunda, obteniendo un marcado contraste entre el ambiente urbano y el componente natural. Su principal objetivo es la urbanización para el establecimiento progresivo de viviendas.

En la cabecera municipal y algunas localidades con una significativa población dentro delRE, se observan cambios importantes en el paisaje en los últimos 10

años; debido al crecimiento urbano y de sus comunidades, el empleo de nuevos materiales, diseños y dimensiones tanto de las viviendas como en los locales comerciales. Así también, en la infraestructura de servicios como son las vialidades, energía eléctrica, telefonía análoga y celular, sistema de televisión por cable y satelital, por mencionar algunos. Es fundamentalmente un paisaje antrópico, dominado por el diseño que el hombre ha trazado para optimizar la productividad y el esfuerzo invertido; y en la medida del aumento de la población y las nuevas generaciones se producen cambios importantes en el paisaje. Sin embargo, se ha logrado mantener un poco la arquitectura de la época de su fundación en el primer cuadro de la ciudad, y se han adoptado algunas medidas tendientes a mantener su entorno más o menos homogéneo y una distribución organizada y planeada de los espacios destinados al desarrollo urbano.

A continuación, se describen algunos de sus elementos y que serán de observancia en la ejecución del proyecto a fin de intentar matizar los cambios en el paisaje, haciéndolos más armónicos con su entorno.

### *a) Visibilidad*

*La visibilidad determina el grado de lo que se ve y se percibe en el paisaje y es función de la combinación de distintos factores como son los puntos de observación, la distancia, la duración de la vista, las variaciones estacionales y el número de observadores potenciales.*

Los recorridos escénicos son aquellas vías de comunicación, caminos tradicionales, senderos o similares, o segmentos de ellas que tienen un valor paisajístico excepcional por atravesar y/o tener vistas sobre paisajes de valor natural, histórico y/o visual.

El predio donde se pretende la urbanización se encuentra colindando en dos de sus lados con la zona urbana de Jalpan, los otros dos con vegetación forestal en una pendiente en ascenso que se eleva formando una barrera natural de respaldo. La parte más alta del sitio propuesto permite una observación hacia parte del área urbana de Jalpan que cuenta con el nombramiento de Pueblo Mágico. Sin embargo, desde este punto no es posible un avistamiento a los monumentos históricos como es su templo (una de las 5 misiones franciscanas declaradas patrimonio cultural de la Humanidad por la UNESCO); ni se puede apreciar una panorámica de la configuración de la microcuenca que forma el escurrimiento principal (Río Jalpan).
El sitio propuesto ha perdido sus características originales, debido a la proximidad del desarrollo urbano, la existencia de un camino vecinal en la colindancia del predio y pequeñas veredas en su interior, denotando procesos de deterioro. Los elementos estéticos del paisaje no se pueden considerar como únicos o valiosos o de importancia ecológica para los habitantes cercanos al sitio. Es mayormente frecuentado para la extracción de leña y se observa el depósito clandestino de residuos sólidos generados en las viviendas cercanas.

Las características intrínsecas del lugar, permiten que se lleve a cabo la urbanización sin que esto afecte significativamente la visibilidad del paisaje ya que, al encontrarse en un aparte baja, al extremo de la superficie prevista para el desarrollo urbano, evitan que el proyecto propuesto se constituya en una barrera u obstáculo para la apreciación de los elementos naturales y arquitectónicos antes mencionados, los cuales son perceptibles desde la carretera al llegar de Querétaro a Jalpan de Serra.

No se llevan a cabo construcciones elevadas en el área urbana o la existencia de infraestructura que sobrepase la altura promedio de las viviendas o la vegetación y sobresalgan en el paisaje. Hacia las partes con mayor pendiente y altitud (parteaguas de la microcuenca) se mantienen macizos de vegetación de selva baja caducifolia.

Con la preparación del sitio, se removerá la cubierta forestal en un porcentaje de la superficie del proyecto, acción que supone la alteración del entorno paisajístico, sin embargo, su ubicación en el límite de superficies ya impactadas hace poco evidente el impacto ya que no se fraccionan hábitats conservados o se realizan cortes exagerados en el relieve. Se pretende la conservación de la vegetación nativa en las áreas verdes del proyecto y un porcentaje del arbolado en los predios en donde sea posible y no interfiera con la construcción progresiva de viviendas de manera que no se lleve a cabo el retiro total de la vegetación, se realice progresivamente y se mantenga el coeficiente de absorción del predio (CAS) durante la construcción de viviendas.

Estrictamente hablando, el paisaje tendrá una modificación en la superficie de construcción, al remover la vegetación forestal; y durante el corte para la conformación de las vialidades. Sin embargo, no se llevarán a cabo cortes profundos ni rellenos excesivos que denoten cambios significativos en la configuración del paisaje, debido a que no se dividirá el relieve, solo se pretende nivelar superficies.

Se prevé que la calidad visual actual del sitio no será desmejorada, ya que pasará de un ente natural impactado, a un ente urbano con el establecimiento de infraestructura permanente, pero con una distribución ordenada y armónica con el entorno.

Durante la preparación del sitio e introducción de servicios urbanos básicos; se pretende que cada una de las actividades se ejecute mediante acciones que generen el menor de los impactos sobre los recursos naturales que conforman el paisaje, para lo cual se aplicarán las medidas necesarias, descritas en el apartado correspondiente.

***b) Calidad paisajística***

*Se refiere a tres elementos de percepción como son: la calidad visual del entorno inmediato, las características intrínsecas del punto y la calidad del fondo escénico.*

**El paisaje** se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales presentes en el territorio.

Una **zona con valor paisajístico** es aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.

Tanto para predecir los impactos de un proyecto o actividad sobre el paisaje en general como para evaluarlos, se debe analizar y describir el área de influencia (AI), referida como el área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias.

Para determinar si el proyecto o actividad, en cualquiera de sus fases, genera o no una alteración significativa del valor paisajístico de una zona, se debe considerar lo siguiente:

- La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a una zona con valor paisajístico;
- La duración o la magnitud en que se alteren atributos de una zona con valor paisajístico.

La actividad antropogénica, es el factor principal que deteriora la cobertura forestal, modificando en gran medida el entorno paisajístico que brinda el ecosistema forestal en las colindancias con los asentamientos humanos.

Debido a la ubicación del proyecto al interior del ANP con categoría de Reserva de la Biosfera, la vegetación forestal dentro de la microcuenca mantiene, en un alto porcentaje, una continuidad en su cobertura. Desde cualquier otro punto de la microcuenca es posible ver a distancia la continuidad del paisaje sólo irrumpido por los asentamientos rurales de su interior y las vías de acceso. Existe en la mayor parte de su superficie, vegetación forestal en estado de recuperación.

Las áreas de cultivo se localizan en el valle, a lo largo del escurrimiento principal (río Jalpan) y el desarrollo urbano hacia las laderas que lo delimitan. Así mismo los bordes entre la vegetación y las superficies con otros usos son irregulares dando naturalidad al paisaje.

La nubosidad y la limpieza del aíre actualmente presentan buenas condiciones y permiten la expectación de los elementos paisajísticos desde diferentes ángulos y puntos de observación. Desde el predio propuesto, y prácticamente desde cualquier punto elevado donde pueda observarse parte de la microcuenca, la calidad paisajística es agradable al observador.

El cambio de uso de suelo sin regulación no está permitido; por lo tanto, intentan mantenerse los límites de las superficies establecidas por el Plan de desarrollo urbano; sin embargo, son variados los diseños de las viviendas, muchas de ellas aún en proceso de construcción. Actualmente los sitios con los que colinda el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, tienen una calidad paisajística que presenta alteraciones de tipo antropogénico-urbanístico por el incremento de construcciones del núcleo de población.

La ubicación del proyecto respecto al desarrollo urbano del municipio es contigua; es decir, se encuentra colindando con las edificaciones del asentamiento humano; por lo que el cambio que aporte el proyecto, no es aislado; por lo que se asume poco considerable.

En cualquier parte, la presencia de residuos sólidos es un factor que condiciona el entorno paisajístico, ya que cuando el volumen es significativo, el sitio se vuelve poco agradable. En la Región Ecológica en general son escasos los residuos que se llegan a observar en las orillas de caminos, carreteras o lugares públicos. Sin embargo, los predios del entorno inmediato a las áreas urbanizadas, no están exentos de la presencia de residuos tirados de forma clandestina. Esta situación se pretende será mejorada con la urbanización del predio generando un reglamento que prohíba y sancione a los infractores. Se establecerán letreros alusivos a controlar estas malas prácticas y; al aumentar la presencia y vigilancia en el sitio se combatirán estos hábitos.

Se mantiene al interior de la reserva la restricción para la colocación de mamparas y espectaculares que demeriten la calidad del paisaje. La actividad también será regulada por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano Municipal; se regulará mediante reglamento interno la instalación de infraestructura no autorizada al interior del fraccionamiento a fin de mantener condiciones menos impactantes visualmente.

El interior del predio se conservarán áreas verdes y se promoverá la presencia de especies arbóreas locales en los lotes.

### *c) Fragilidad del paisaje*

*La fragilidad se refiere a la capacidad de absorción de los cambios que se produzcan en el paisaje.*

El predio donde se pretende la urbanización, se encuentra en desuso (vacío urbano) cubierto de vegetación, sin embargo, está contemplado para el crecimiento urbano en el Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Jalpan de Serra, el destino del suelo es **Habitacional (H2)**. Su urbanización será adjunta y poco perceptible por la población al no encontrarse dispersa en el paisaje.
Referente a los elementos frágiles del paisaje que reciben directamente la influencia del proyecto serán: la vegetación y el suelo.

En el sitio propuesto para la urbanización no existen singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial, o elementos que contengan recursos de carácter científico, histórico y cultural que puedan ser afectados; en la valoración del paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

- No se modificará la dinámica natural de cuerpos de agua (no se desviarán corrientes al no interceptar escurrimientos).
- No se modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna debido a que no se fraccionarán ecosistemas forestales conservados y se proponen medidas para conservación de la diversidad de las especies de flora removidas en la superficie de construcción.
- No se interrumpen las rutas de migración para las especies de flora y fauna silvestre que ya es evitada por el desarrollo urbano en dos de sus límites, siendo posible únicamente la migración de aves.
- Se llevará a cabo el programa de manejo de vegetación para el rescate y reubicación de algunas especies removidas en la superficie de construcción.
- Se llevará a cabo el programa de ahuyentamiento de fauna silvestre previo a las actividades de preparación del sitio y construcción.
- No se contempla la introducción de especies exóticas o manipulación de recursos genéticos; en la reforestación propuesta para la compensación se emplearán especies locales.
- La superficie propuesta no es considerada con cualidades estéticas, únicas o excepcionales dentro de la región.
- La superficie del proyecto se encuentra colindando con áreas impactadas.

## III.3.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

*Tabla 241 Análisis del componente socio-económico*

| Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica | |
|---|---|
| | **Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto (incluir enlace a documento anexo en digital)** |
| **Componentes** | **Descripción** |
| **Socio-económico** | La presente sección del documento de la MIA, comprende el apartado de "Medio Socioeconómico", el cual es descrito y analizado en detalle de las páginas 489-523. |

En este apartado se presentan las principales características sociales y económicas del Municipio de Jalpan de Serra, Querétaro, principalmente el centro de población (Cabecera Municipal) donde tendrá impacto el proyecto. Dicho análisis permitirá conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales. A su vez, se identificarán los elementos relevantes que, de verse modificados por las actividades del proyecto, afectarían la condición social y económica de la población, conforme a la forma de aprovechamiento de los recursos naturales y los servicios ambientales que determinarán su calidad de vida, costumbres y tradiciones.

### *III.3.4.1. Demografía*

#### *a) Contexto regional*

Las regiones económicas de México (INEGI), son un conjunto de áreas en las cuáles se ha dividido la República Mexicana con el fin de mejorar las relaciones políticas, sociales y sobre todo económicas de los estados vecinos entre sí. Esta división se ha utilizado para implementar distintas medidas. El estado de Querétaro pertenece a la Región económica Zona 4 "Centro Norte", por lo tanto, el municipio de Jalpan de Serra (población donde se pretende el proyecto), queda incluido en ella.

La cabecera municipal de Jalpan de Serra se caracteriza por sus edificaciones que surgen desde la época colonial; otra de sus características es que se encuentra rodeada de paisajes hermosos, y una importante actividad agropecuaria.

La urbanización de los asentamientos humanos, por décadas ha caracterizado la forma de ocupación del territorio, se enfrenta a la problemática creciente de inversión para satisfacer la carencia de infraestructura, vivienda y equipamiento; el impacto agregado del abandono del campo mexicano; la alta dispersión de los asentamientos y las dificultades de acceso; y también los efectos de las repetidas crisis económicas, entre otros, han sumido a las áreas rurales del país en un profundo deterioro de las condiciones de vida de la población.

El municipio de Jalpan de Serra no se encuentra incluido en la Cruzada Nacional contra el Hambre (CNCH) 2014. Sin embargo, alberga localidades en muy alto y

alto grado de marginación. La población que se verán directamente beneficiada con el proyecto será aquella que pretenda habitar en la cabecera municipal de Jalpan de Serra. El proyecto tendrá un impacto regional por ser el municipio de Jalpan el que concentra los servicios y gran parte de la población acude a él.

***b) Dinámica de la población***

Según el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2020) muestra que, el municipio de Jalpan de Serra tiene una población de 27,343 habitantes (47.7% 13,036 son hombres y 52.3% son mujeres), lo que representa el 1.15% de la población del Estado, con una densidad poblacional de 23.1 habitantes/km$^2$. Tan solo la cabecera municipal Jalpan, tiene una población de 13 950 habitantes.

- ⇒ En comparación al último censo 2010, la población de Jalpan de Serra creció un 7.02%
- ⇒ En 2015, 48.3% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 10.6% en situación de pobreza extrema. Al 2020 el 38.1 % en pobreza moderada.
- ⇒ La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 31%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 2.22%
- ⇒ En 2020, 30.66% de la población de Jalpan de Serra no tenía acceso a sistemas de alcantarillado, 9.98% no contaba con red de suministro de agua, 3.33% no tenía baño y 2.76% no poseía energía eléctrica.

***c) Crecimiento y distribución de la población***

El municipio de Jalpan ocupa el lugar número 14 tanto en población como en el número de nacimientos en el Estado, siendo registrados 652 con un promedio anual de 663.9 nacimientos. En cuanto a las defunciones en el mismo año se registraron un total de 135. La tasa de crecimiento promedio anual en el periodo de 2000-2010 para Jalpan fue de 1.1, siendo inferior a la estatal que fue de 2.6.

El 13.3% de la población del municipio proviene de otra entidad. Las principales entidades expulsoras son: San Luis Potosí con 1355 habitantes, Distrito Federal con 439 y Estado de México con 223 personas. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (2,662 habitantes), 10 a 14 años (2,626 habitantes) y 15 a 19 años (2,579 habitantes). Entre ellos concentraron el 28.8% de la población total.

De acuerdo con el decreto del ANP y su zonificación no se permite el desarrollo de nuevos centros de población, únicamente en aquellos catalogados en el ámbito Urbano, de acuerdo con lo que establezcan los Planes de Desarrollo Urbano de los Centros de Población, debidamente autorizados. El proyecto se encuentra dentro de los límites urbanos del PDU del centro de población de Jalpan de Serra, Qro.; se prevé la provisión de infraestructura de servicios básicos a cargo del promovente conforme a lo establecido en el Código Urbano y Reglamento de construcción.

*Tabla 242 Distribución de la población por tamaño de localidad, 2020*

| Tamaño de localidad (Número de habitantes) | Población | % Población | Número de localidades | % Localidades |
|---|---|---|---|---|
| Menos de 100 | 3002 | 10.98 | 84 | 67.74 |
| 100 a 499 | 8016 | 29.32 | 36 | 29.03 |
| 500 a 1499 | 2449 | 8.96 | 3 | 2.42 |
| 1500 a 2499 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 2500 a 4999 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 5000 a 9999 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 10000 y más | 13950 | 51.02 | 1 | 0.81 |
| **Total** | **27343** | **100** | **124** | **100.00** |

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020

Como se puede apreciar en la tabla siguiente el 51.02% de la población se concentra en la cabecera municipal, de ahí el incremento de la población en la zona urbanizada y la necesidad de contar con espacios destinados a la vivienda y servicios, distribuidos en los sitios más adecuados conforme a los Planes de Desarrollo Urbano de los Centros de Población, evitando así los asentamientos irregulares.

*Tabla 243. Distribución de la población en las principales localidades*

| PRINCIPALES LOCALIDADES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Clave | Nombre | Población [1] | Porcentaje de población municipal | Cabecera municipal | Localidad Estratégica [2] |
| 220090001 | Jalpan de Serra | 13950 | 51.02 | ✔ | |
| 220090041 | Laguna de Pitzquintla | 418 | 1.53 | | ✔ |
| 220090045 | El Lindero | 700 | 2.56 | | |
| 220090060 | Valle Verde | 561 | 2.05 | | ✔ |
| 220090074 | Saldiveña | 1188 | 4.34 | | |
| 220090087 | Tancoyol | 388 | 1.42 | | ✔ |
| 220090057 | Ojo de Agua | 480 | 1.76 | | |
| 220090063 | Piedras Anchas | 475 | 1.74 | | |
| 220090086 | Tancama | 406 | 1.48 | | |
| | Total: | **18,566** | **67.90** | | |

[1] INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.

[2] Localidad identificada como estratégica para el desarrollo de los municipios señalados en la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria 2015 (DOF: 12/12/2011).

### *d) Estructura por sexo y edad*

En el Municipio de Jalpan de Serra el Conteo de Población y Vivienda del 2020 señala que el municipio tenía un total de 27,343 habitantes de cuales 13,036 son masculinos y 14,307 femeninas, distribuidas en **124 pequeñas localidades**. Los rangos de edad con mayor concentración fueron de 5 a 9 años (2,662) de 10 a 14 (2,626) y de 15 a 19 años (2,579), conformando el 28.8% de la población total. Por otro lado, la población en el 2010, fue de 25,550 de los cuales 12,192 son hombres y 13,358 son mujeres, lo que ha significado un crecimiento del 7.02%.

La mitad de la población municipal tiene 25 años o menos, la edad mediana es 26. La razón de dependencia es 59.4, por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años) hay 59 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64).

Los datos demográficos demuestran que la población está integrada mayormente por mujeres. Sin embargo, presencialmente es menos representado el género masculino por la situación migratoria en la que se encuentra la región con bajas posibilidades de empleo. Además, haciendo referencia a la edad productiva, esta cantidad disminuye aún más; los hombres residentes en el municipio acuden a la cabecera municipal para emplearse; por lo tanto, se dispondrá de lotes para la edificación de viviendas que le permita a un porcentaje de ellos residir en la cabecera evitando desplazamientos y buscando mejorar su calidad de vida.

***e) Migración***

Prevalece un flujo alto y constante de emigración por parte de jóvenes, mujeres y hombres que buscan mejores oportunidades de desarrollo económico. Los puntos de mayor atractivo para emplearse son: los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Monterrey, la CDMX y la capital del Estado.

La emigración se debe principalmente a falta de empleos y la poca rentabilidad que tienen las actividades agrícolas, ganaderas y forestales. Por otra parte, la población económicamente activa se ve afectada a consecuencia de los bajos salarios que se aplican en la región.
Esta forma de vida ha originado diversos impactos económicos y sociales: en lo económico, el 81 % de los emigrantes cambió su actividad agrícola por actividades del sector secundario y terciario, en la Cabecera Municipal. La mayoría reconoce importantes beneficios reflejados en la adquisición de bienes y el acceso a innovaciones tecnológicas.

Dado que las migraciones son temporales, a finales de año regresan muchos de los emigrantes provenientes de Estados Unidos para reunirse con sus familiares. Este fenómeno de migración ha generado una entrada considerable de remesas al municipio, empleadas principalmente en la adquisición y mejoramiento de sus viviendas y servicios.

Según a los censos generales de población y vivienda del INEGI la población total de Jalpan de Serra en el año 1990 era de 19,246; para el año 2000 está incrementó a 22,839; para el 2010 creció a 25,550 y para el año 2020 terminó con una población total de 27,343, un 42% más de lo que se tenía en 1990.

Entre 1990 y 2020, la población de Jalpan de Serra ha mostrado un crecimiento significativo. En el censo de 1990, la población era de 19,246 habitantes y para el

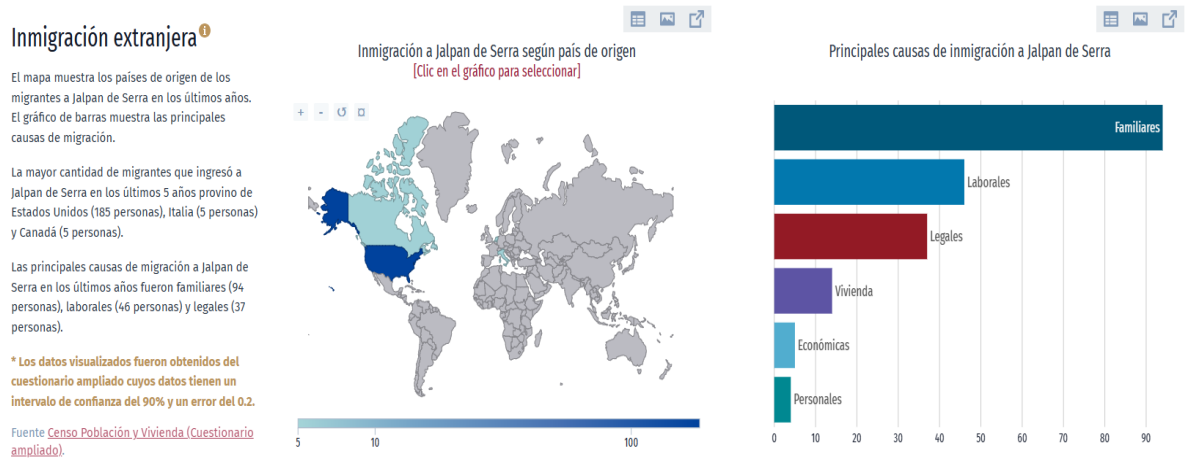
2020, la población alcanzó los 27,343 habitantes, lo que representa un crecimiento anual promedio del 1.4%. Este aumento constante subraya la necesidad de más viviendas para acomodar a los nuevos residentes.

Con base en los datos demográficos del INEGI en los censos de 2000, 2010 y 2020, se puede concluir que el establecimiento de un nuevo fraccionamiento en Jalpan de Serra es una medida necesaria y justificada para abordar las necesidades de vivienda debido al crecimiento poblacional de la región.

La inmigración ha sido un factor clave en este crecimiento. En la última década, Jalpan de Serra ha atraído a nuevos residentes de otras partes de México debido a su calidad de vida y atractivos naturales. Así también eventos que no se tienen documentados por las instituciones encargadas; sin embargo, para los habitantes de la cabecera municipal es muy evidente que habitantes de las comunidades se están estableciendo en la cabecera municipal por las oportunidades de educación principalmente y otros servicios que les permiten una mejor calidad de vida.

La población inmigrante de 5 años y más para Jalpan de Serra al 2020 es de 1,037 personas como se muestra en la tabla siguiente.

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Jalpan de Serra en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (185 personas), Italia (5 personas) y Canadá (5 personas). Las principales causas de migración a Jalpan de Serra en los últimos años fueron familiares (94 personas), laborales (46 personas) y legales (37 personas).




Fuente: https://www.economia.gob.mx/datamexico

El incremento poblacional refleja una demanda insatisfecha de viviendas, debido a que las tasas de vacantes son bajas, lo que indica una alta ocupación y la necesidad de nuevas viviendas.

La infraestructura de Jalpan de Serra ha mostrado una capacidad adecuada para soportar el crecimiento actual. Las inversiones en servicios públicos, educación y salud han mejorado significativamente en los últimos años.

Se reconoce por parte de la autoridad municipal y estatal la demanda de vivienda y servicios al grado que se ha **dado inicio a la actualización del PDUCPJS (2003)** con más de 21 años de antigüedad el cual se está viendo rebasado por el crecimiento urbano.

Es evidente el incremento en el desarrollo de viviendas tanto en las localidades como en la cabecera municipal; algunos sancionados por la autoridad ambiental (PROFEPA) por realizarse de manera irregular fuera de los espacios delimitados por le PDUCPJS. **La superficie del proyecto se encuentra dentro de la zonificación dentro del PDUCPJS y, por lo tanto, su desarrollo se encuentra dentro del marco regulatorio**.

**La importancia social de este proyecto** no solo radica en abastecer una necesidad de la población (vivienda) sino que pretende realizarse con apego a la normatividad ambiental que brinde certeza jurídica a sus propietarios; para que en un futuro próximo puedan contar con los documentos que acrediten su legal posesión constituyéndose en un patrimonio para sus familias. Caso contrario a los desarrollos que se llevan a cabo de manera ilegal y que incluso presentan dificultades para que les sean proveídos los servicios básicos.

La creación del fraccionamiento, con los permisos y trámites correspondientes, cumple con los lineamientos en infraestructura; cuenta con el visto bueno de la autoridad en materia de Desarrollo Urbano, quien solicita la autorización en materia de CUSTF e impacto ambiental como parte de los requisitos para autorizar la subdivisión, se solicita el Dictamen Técnico para la factibilidad de servicios de la CEA (agua potable y drenaje sanitario), se atienden las normas y reglamentos para estar dentro del marco legal de los tres órdenes de gobierno.

Económicamente, la urbanización del predio generará beneficios sustanciales. Nuevos empleos, además de oportunidades para proveedores locales de materiales y servicios; también contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Jalpan de Serra; la incorporación de espacios verdes necesarios para crear un entorno más saludable y atractivo para vivir. Su urbanización es una respuesta fundamentada y planificada al crecimiento demográfico y a la demanda de vivienda. Este proyecto promoverá un desarrollo urbano ordenado y sostenible, mejorando la calidad de vida de los actuales y futuros residentes de la región.

Se pretende que, al ofertar superficies para vivienda autorizadas dentro del marco legal, desaliente la reciente aparición de fraccionamientos irregulares fuera de los límites contemplados en el PDUCPJS.

### *f) Población económicamente activa*

De acuerdo con datos del Panorama sociodemográfico del estado de Querétaro (INEGI 2020), con datos del censo de población y vivienda 2020. De cada 100 personas de 12 años y más, 59 participan en las actividades económicas; de cada 100 de estas personas 99 tienen alguna ocupación. De cada 100 personas de 12 años y más, 40.5 no participan en las actividades económicas. El 0.5% no especifica la condición de su actividad.

*Tabla 244. Porcentaje por género de la situación económica de la población.*

| Situación económica | Total | Hombres | Mujeres |
|---|---|---|---|
| Económicamente activa | 59% | 58.8% | 41.2% |
| Ocupada | 98.6% | 98.6% | 99.5% |
| No ocupada | 1.4% | | |
| No económicamente activa | 40.5% | | |
| Condición no especificada | 0.5% | | |

Las principales actividades económicas que se llevan a cabo en el municipio Jalpan de Serra, son en los siguientes rubros:

**Sector primario:** En la superficie del proyecto no se lleva a cabo ninguna de las actividades de producción del sector primario; es un lote considerado para el desarrollo urbano, con un destino **Habitacional H2** de acuerdo con el PDUMJS.

**Sector secundario:** Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más empleados dependientes de la unidad económica en Jalpan de Serra fueron Comercio al por Menor (1,390 empleados), Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (573 empleados) y Otros Servicios excepto Actividades Gubernamentales (312 empleados). Para el 2020, en el municipio de Jalpan de Serra se registraron 61 unidades económicas en el sector manufacturero, es decir 5.4 % del total de unidades del sector en la entidad. Estas unidades económicas se calcula que cuentan con un personal ocupado de 181 personas, quienes obtuvieron una remuneración promedio anual de 41.93 millones de pesos.

**Sector terciario:** Según el Censo de Población y Vivienda 2010 en el municipio se pueden encontrar 4 tianguis con un total de 150 tianguistas, 1 mercado público con 120 locatarios y un mercado privado, más de 2000 establecimientos fijos, 1413 automóviles registrados en circulación, 285 cuartos de hospedaje y 14 establecimientos de hospedaje, que corresponde al 2.82% de la Entidad. A la par, cuenta con 53 unidades de transporte (taxi), 21 unidades de transporte (autobús), y 37 unidades de transporte de carga.

**Servicios:** La cabecera Municipal de Jalpan de Serra cuenta con los servicios públicos de: agua potable, alumbrado público, drenaje sanitario, recolección de basura y limpieza de las vías públicas; seguridad pública, empedrado y bacheo de

calles, dos mercados, central de autobuses, servicios de salud, así como escuelas incorporadas a la Secretaría de Educación Pública, algunas localidades han sido equipadas con unidades para el transporte escolar. Además, se cuenta con una Agencia del Ministerio Público del fuero común. Cabe destacar que en la actualidad se ha logrado acercar este servicio a las localidades alejadas del Municipio, bajo la modalidad de Ministerio Público Itinerante. Del mismo modo, opera un Centro de Readaptación Social de cobertura regional.

En materia de residuos sólidos el Municipio de Jalpan de Serra genera en promedio alrededor de 80 toneladas al mes de residuos sólidos y para su disposición final cuenta con un relleno sanitario ubicado en la carretera camino a Malila, aproximadamente a 4 Km de la cabecera municipal; el municipio realiza la recolección con 7 vehículos y lo hace de modo gratuito abarcando 75 de las 124 localidades teniendo frecuencias limitadas de recolección que van de cada tercer día en la cabecera municipal, a cada semana o cada 15 días en algunas localidades; actualmente la recolección que brinda el municipio se realiza exigiendo un tipo de separación. En la provisión de estos servicios se emplea una cantidad considerable de la población Municipal.

Los servicios básicos del fraccionamiento (agua potable, luz eléctrica, drenaje sanitario y pluvial, serán construido a cargo del fraccionador, así como la pavimentación de calles. Durante los primeros años previos a la entrega recepción del fraccionamiento al municipio de Jalpan, la recolección de residuos y mantenimiento de infraestructura estará a cargo del fraccionador. El tratamiento de las aguas residuales sanitarias se llevará a cabo en la PTAR municipal a cargo del organismo operador.

**Turismo:** En relación a la infraestructura turística el municipio de Jalpan de Serra cuenta con 40 diferentes establecimientos que brindan servicio de alojamiento desde hoteles de cadena nacional hasta eco-albergues y posadas, así mismo se cuenta con más de 47 establecimientos formales que brindan servicios de alimentos, en los cuales pueden encontrar la comida tradicional de la gastronomía mexicana de la zona y también la comida tradicional del municipio. Los principales atractivos turísticos que el municipio ofrece a sus visitantes, se tienen: las Misiones Franciscanas de Jalpan y Tancoyol que forman parte de las 5 Misiones que datan de siglo XVII, declaradas como Patrimonio cultural de la humanidad el día 12 de julio del 2003; Zona Arqueológica de Tancama; El Museo Histórico de la Sierra Gorda que se encuentra en el antiguo fuerte edificado por el Virrey Martín de Almanza en 1576; Atractivos turísticos naturales la Presa Jalpan, el Rio Jalpan, el Rio Santa María, la Cueva del Puente de Dios, la Cueva de los Riscos, la Cueva del Diablo, la Cueva del Aguacate, la Cueva del Agua, el Sótano cráter de Tancoyol; y como parte de la infraestructura turística relevante el Balneario Mundo Acuático y los eco-albergues de El Rincón de ojo de agua en San Juan de los Duran, La Casita Ecológica en Acatitlán del Río y El Eco-albergue del Grupo Ecológico Sierra Gorda.

### *III.3.4.2. Salario mínimo vigente*

De conformidad con lo establecido en el Artículo 90 de la Ley Federal del Trabajo, el salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo. El salario mínimo deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos. La mujer y el hombre son iguales ante la ley, los salarios mínimos generales y profesionales deberán pagarse en igualdad de circunstancias independientemente del: origen étnico o nacional, género, edad, discapacidades, condición social, salud, lengua, religión, opiniones, preferencia sexual y estado civil de las personas.

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, el salario mínimo general vigente para el 2026 es de **315.04 pesos diarios**. En lo relativo a los salarios mínimos profesionales, los miembros del Consejo de Representantes decidieron que se aumentaran en la misma proporción en que lo hicieron los mínimos generales para las dos áreas geográficas señaladas, conservando para cada profesión, oficio o trabajo especial el mismo porcentaje de percepción por arriba del mínimo general que fue determinado en función del grado de calificación requerido para desempeñarlo. El salario para el personal que labore en el proyecto dependerá de la actividad que realice, siendo de mayor a menor para los operadores de maquinaria y camiones, oficiales de albañilería y ayudantes en general, respectivamente, conforme a los listados publicados por la misma Comisión.

*Tabla 245 Tabulador de salarios por actividad en el desarrollo del proyecto*

| Oficio | Nombre de la profesión, oficio o trabajo especial | Pesos diarios |
|---|---|---|
| **1** | Albañilería, oficial de | 363.44 |
| **3** | Buldócer y/o trascabo, operador(a) de | 380.74 |
| **6** | Carpintero(a) de obra negra | 365.44 |
| **11** | Construcción de edificios y casas habitación, yesero(a) en | 339.20 |
| **16** | Chofer de camión de carga en general | 370.90 |
| **17** | Chofer de camioneta de carga en general | 360.39 |
| **18** | Chofer operador(a) de vehículos con grúa | 346.67 |
| **21** | Electricista instalador(a) y reparador(a) de instalaciones eléctricas, oficial. | 356.19 |
| **25** | Encargado(a) de bodega y/o almacén | 331.76 |
| **29** | Herrería, oficial de | 351.59 |
| **31** | Lubricador(a) de automóviles, camiones y otros vehículos de motor | 328.83 |
| **34** | Máquinas para madera en general, operador (a) de | 349.22 |
| **35** | Mecánico(a) en reparación de automóviles y camiones, oficial | 375.35 |
| **39** | Pintor(a) de casas, edificios y construcciones en general, oficial | 349.22 |
| **41** | Plomero(a) en instalaciones sanitarias, oficial | 349.84 |
| **51** | Soldador(a) con soplete o con arco eléctrico | 326.38 |
| **57** | Velador(a) | 326.38 |
| **Salarios mínimos profesionales que rigen en la República Mexicana, los cuales se establecen mediante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos durante el 2026.** | | |

### *III.3.4.3. Vivienda*

De acuerdo al censo 2020 del INEGI en el municipio hay 7 576 viviendas habitadas, representa el 1.1% del total estatal; **con un promedio de 3.6 ocupantes** por cada una de éstas (1 ocupante por cuarto); con una tasa de crecimiento promedio anual del 2.95% lo que corresponde a 6.33 casa por año.

El apartado Guía Metodológica del INEGI se indica cómo se calcula el promedio de ocupantes por vivienda, el cual "*es el número de ocupantes en las viviendas particulares habitadas respecto al total de viviendas particulares habitadas en un mismo espacio geográfico"*.

$$\text{Promedio de ocupantes por vivienda} = \frac{\text{Número total de ocupantes}}{\text{Total de viviendas particulares habitadas}}$$

$$Promedio\ de\ ocupantes\ por\ vivienda = \frac{Total\ de\ habitantes\ en\ el\ municipio}{Total\ de\ viviendas\ en\ el\ municipio} = \frac{27{,}343}{7{,}576} = 3.6$$

- Fuente: INEGI. (2020). Panorama sociodemográfico de Querétaro: Censo de Población y Vivienda.
- INFORMATICA, I. N. (2020). INEGI. Obtenido de Principales resultados por localidad (ITER): https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9

De cada 100 personas de 12 años y más, 29 son casadas y 24 viven en unión libre; por lo general esta situación los obliga a contar con una vivienda propia.

⇒ El porcentaje de viviendas habitadas con piso diferente del de tierra (cemento o firme, madera, mosaico u otro recubrimiento) es del 95.89%
⇒ El porcentaje de viviendas habitadas con energía eléctrica 97.24%
⇒ El porcentaje de viviendas habitadas con agua entubada 90.02%
⇒ El porcentaje de viviendas habitadas con drenaje 96.67%

En la cabecera Municipal se cuenta con todos los servicios disponibles. Con el proyecto se introducirá la infraestructura para la provisión de los servicios básicos: Agua, Luz y Drenaje. Una vez entregada la urbanización a Desarrollo Urbano del municipio, las conexiones se llevarán a cabo por los organismos operadores previo contrato con los adquirientes de cada lote.

### *III.3.4.4. Comunicaciones*

Existen en la ciudad de Jalpan de Serra solamente 2 estaciones de Radio y su cobertura abarca principalmente los Municipios Serranos. Con los avances tecnológicos existen enlaces para mayor cobertura en todo el Estado de Querétaro, de tal forma que la señal abarca varios Estados circunvecinos. Estas estaciones de

radio son Radio Querétaro y La Jefa; las cuáles se ubican en la ciudad de Jalpan de Serra. Con respecto a la televisión, sólo existen el canal 6 del grupo Edikam y canal 9 establecidos en la ciudad de Jalpan de Serra. Estas empresas también prestan los servicios de tele-cable en varios Municipios. La televisión en señal abierta recibe tres canales, solo en las comunidades próximas a la cabecera municipal.

En cuanto a medios informativos digitales se tienen los periódicos regionales: Voz de la Sierra, Mensajero de la Sierra y Sierra Gorda y La versión.

Dentro de los plazos señalados por la Ley una vez ingresado el trámite al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, se realizará la publicación de un extracto de la MIA-P para recabar la opinión de la sociedad; esta publicación se llevará a cabo en uno de los periódicos impresos, de amplia distribución en la entidad, informándolo a la Secretaría.

Hay una oficina de telégrafos y una de correo del servicio postal mexicano. En el caso del servicio de correo, éste se ha visto afectado y su calidad es baja, causado por la modernidad tecnológica.

Otros servicios como el Internet han aumentado en las zonas rurales, sin embargo, la Cabecera Municipal cuenta con este servicio; el promovente manifiesta en su solicitud su aprobación para que le sea notificado por este medio lo referente a su trámite durante el proceso de EIA.

El servicio de telefonía convencional y celular, además del servicio de televisión por cable únicamente se encuentran establecidos en la Cabecera Municipal y comunidades próximas a ella, algunas de las comunidades cuentan con el servicio telefónico conocido como casetas que prestan el servicio de llamadas locales, nacionales e internacionales y el servicio de televisión por medios satelitales, más recientemente se cuenta con antenas para la señal de teléfonos móviles.

De acuerdo con INEGI 2020, el 18.5% de las viviendas particulares habitadas disponen de teléfono fijo, el 79.5% de las viviendas disponen de teléfono celular, el 26.1% de las viviendas disponen de computadora y el 26.7% de las viviendas disponen de internet y 62.2% de televisión de paga.

## Transportes

El Municipio de Jalpan de Serra se encuentra comunicado por las carreteras del Subsector Federal Pavimentada con Número (120) San Juan del Río – Xilitla y por la carretera (69) Jalpan – Río Verde, lo que hace un magnífico sistema de comunicación y de intercambio comercial que abarca el centro del país, incluyendo a la frontera Norte con los Estados Unidos de Norteamérica. Aparte de dichas vías de comunicación, el resto son del Subsector Otros Caminos: Revestidos,

Terracerías y Brechas. Se están llevando a cabo proyectos para la pavimentación de caminos e incrementar la calidad en las vías de comunicación terrestre, a los cuales se les está realizando la modernización que consiste en cambiar las características de la superficie de rodamiento y su pavimentación con carpeta asfáltica o concreto hidráulico.

El funcionamiento de la pista de aterrizaje con que cuenta la cabecera municipal recientemente fue habilitado, sin embargo, no es utilizada con frecuencia. También opera un sistema de taxis y taxi buses a nivel regional y una central camionera.

El acceso al proyecto, se logra por la carretera Federal No. 69 Jalpan – Río Verde, a la altura del km 0+800, teniendo como referencia para acceder al predio el parque recreativo ubicado en la colonia Puerto de San Nicolás, para posteriormente tomar la calle Michoacán, misma que se recorre por 12 cuadras (mano izquierda) hasta llegar a la esquina con la calle 24 de Febrero y de ahí tomar el camino ubicado del lado derecho que conduce a la colonia La Cruz Blanca (Movimiento Social), se recorre alrededor de 30 metros hasta llegar al predio del proyecto.

Con el proyecto se llevará a cabo la apertura de vialidades al interior del predio conforme a lo que establece el Código Urbano y el Reglamento de Desarrollo Urbano Municipal; haciendo la entrega al municipio una vez concluidas las actividades de introducción de los servicios urbanos básicos.

Los auto-transportes con mayor servicio son las líneas Vencedor, Servicios Coordinados, Flecha Amarilla, Trasporte Frontera, etc. Además, existe el servicio de autos de alquiler y camionetas doble cabina (taxis) para el transporte hacía el interior del Municipio, así como a municipios circunvecinos.

Las vías de comunicación con las que se cuenta son suficientes y en condiciones para el abasto de materiales de construcción y el acarreo de los residuos generados por el proyecto hacia los sitios de disposición final.

### *III.3.4.5. Servicios públicos*

De acuerdo al censo 2020 del INEGI, el 97.24 % de las viviendas habitadas cuentan con energía eléctrica, el 96.67% de las viviendas habitadas cuentan con drenaje, el 90.02% de las viviendas habitadas cuentan con agua entubada y el 96.7% de las viviendas habitadas cuentan con excusado. Esta información hace referencia a la superficie municipal, al interior del área urbana todas las viviendas cuentan con los servicios básicos.

En relación al alumbrado público, el municipio cuenta con una cobertura aproximadamente del 100% de sus localidades y en base al último censo interno realizado existen 4000 luminarias distribuidas en todo el municipio, más los reflectores ubicados en canchas de usos múltiples y en parques, jardines y áreas públicas del municipio; los tipos de luminarias son principalmente de vapor de sodio

de alta presión, aunque se tienen también de aditivos metálicos, incandescentes, fluorescentes y de luz mixta. En la cabecera municipal existen 14 parques y jardines y 4 en las delegaciones municipales.

De acuerdo con el Código Urbano del Estado de Querétaro y el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población, el fraccionador será responsable de introducir la infraestructura para la provisión de los servicios urbanos: Luz eléctrica, Agua potable, Drenaje sanitario y pluvial, hacer la entrega al municipio para que se lleven a cabo las conexiones y cargos de los servicios a través de los organismos operadores: CEA y CFE, como fue detallado en las actividades del proyecto. En el apartado correspondiente se detalla su construcción, conexión y funcionamiento.

En cuanto a la recolección de residuos durante la preparación del sitio y construcción se prevé que debido a la cantidad de personal laborando y el tipo de obra, su volumen es mínimo y consisten en materiales reciclables mayormente desperdicios de los ductos empleados en la introducción de los servicios de agua y drenaje. Serán gestionados por el contratista o dispuestos en centro de acopio, conforme a lo abordado en el apartado correspondiente.

Los residuos orgánicos derivados del desmonte serán picados y dispersos para su integración al suelo como se detalla en el apartado correspondiente.

Durante la operación del proyecto posterior a la entrega recepción del fraccionamiento, los servicios de limpia pública, mantenimiento de áreas verdes (de uso público) y mantenimiento de la infraestructura de drenaje sanitario estará a cargo del departamento de Servicios Municipales del H. Ayuntamiento. El mantenimiento a la red eléctrica y agua potable a cargo de los organismos operadores.

#### *III.3.4.6. Salud*

De acuerdo al censo 2020 del INEGI cuatro quintas partes de la población es derechohabiente de servicios de salud, es decir, el 85.37% de la población afirmó tener derecho a recibir atención médica en instituciones de salud pública o privada, como resultado de una prestación laboral, por ser pensionados, jubilados, familiares designados como beneficiarios, o por estar inscritos o haber adquirido un seguro médico en alguna institución pública o privada.

La Jurisdicción sanitaria número 4 del Sistema de Salud en el Estado de Querétaro con sede en Jalpan de Serra, cuenta con 38 médicos, 8 consultorios rurales, 9 casas de usos múltiples, 28 casas de salud y dos centros de salud urbanos, para el municipio, así como 17 caravanas de salud con tres unidades móviles.

Se cuenta además con un Hospital General que ofrece servicios básicos de atención médica, como lo es urgencias, ginecología, pediatría, medicina interna, laboratorio de análisis clínicos, traumatología y ortopedia. Atendiendo a los cuatro municipios

serranos. Actualmente el hospital de Jalpan, donde acude la mayoría de la población municipal y de municipios aledaños, es insuficiente para la atención médica, sobre todo en aquellos casos de gravedad y que son turnados a los hospitales de la capital, que se encuentra a 211 km, donde también se ven afectados los enfermos por la distancia y por el número de horas que tienen que viajar.

En la Cabecera Municipal se cuenta con 4 clínicas particulares, así como con un laboratorio de análisis clínicos y bacteriológicos que proporciona los servicios de rayos X y regulación sanitaria; atención obstétrica, ginecológica, pediátrica, hospitalización, dental y prenatal.

#### *III.3.4.7. Educación*

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 del INEGI en el municipio la población en edad escolar como lo es el rubro:

- ⇒ De 6 a los 14 años asisten en un 90.71% a la escuela
- ⇒ Mientras que por otro lado por diferentes circunstancias tenemos un índice de analfabetismo de 8.36% en los habitantes de 15 años o más

En 2020, los principales grados académicos de la población de Jalpan de Serra fueron Secundaria (5.86k personas o 33.6% del total), Primaria (4.55k personas o 26% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (3.87k personas o 22.1% del total). Se cuenta en el municipio con el Instituto nacional para la Educación de los Adultos, en los niveles de primaria y secundaria.

Con información de USEBEQ en el nivel básico: En la cabecera municipal se cuentan con 2 instituciones de nivel Inicial como lo es el CENDI DIF y Cendi
Así mismo, una opción más para acceder a la educación es los CCA (Centros Comunitarios de Aprendizaje), en los cuales se pueden hacer cursos, diplomados, licenciaturas en línea; el Instituto de capacitación para el trabajo en el estado de Querétaro ICATEQ y un albergue de nivel primaria.

Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron Administración y negocios (86), Ingeniería, manufactura y construcción (68) y Ciencias sociales y derecho (49). De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Administración y negocios (240), Ciencias sociales y derecho (99) e Ingeniería, manufactura y construcción (51).

El porcentaje de la población por grupo de edad, que asiste a la escuela es la siguiente: de 3-5 años (preescolar) el 61.2%; de 6-11 años (Primaria) el 97.5%; de 12-14 años (secundaria) 90.9% y de 15 a 24 años (nivel medio y superior) 43.9%.

### *III.3.4.8. GRUPOS ÉTNICOS Y RELIGIOSOS*

En la Región Serrana se encuentran 3,775 habitantes indígenas Pames y Huastecos, asentados en localidades de Jalpan y en la delegación de Purísima en Arroyo Seco. El Pame era un grupo de cazadores y recolectores que adquirió parte de la cultura Otomangue. La mayoría de los Pames actuales se ubica en el Sudeste de San Luis Potosí, y algunos pocos en el Norte del Estado de Querétaro se localizan en los municipios de Jalpan de Serra y Arroyo Seco, se concentran en las localidades de San Antonio, Las Flores, El Rincón, El Carrizal, San José de las Flores y San Juan de los Durán. Al interior de la Región Ecológica no hay población de algún grupo étnico.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 206 personas, lo que corresponde a 0.92% del total de la población de Jalpan de Serra. Las lenguas indígenas más habladas fueron Huasteco (90 habitantes), náhuatl (89 habitantes) y Otomí (18 habitantes).

En creencia religiosa, el 95.1% de los habitantes mayores de 5 años profesan la religión católica, mientras que el 2.1% la población practica regiones diferentes que no representan un índice importante, tal como lo muestra la siguiente tabla:

### *III.3.4.9. Tipo de organizaciones sociales predominantes*

El sitio donde se propone llevar a cabo el proyecto se encuentra al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, promovida para su decreto por parte del Grupo Ecológico Sierra Gorda I.A.P. y aunque ya se encuentra separado de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, su programa de educación ambiental comunitaria, ha sido de particular importancia para conseguir nuevos hábitos y actitudes en las que se ha involucrado a cerca de 20,000 habitantes que participan a través de diversas redes ciudadanas, entre las que destacan los enlaces comunitarios, los vigilantes sociales y los brigadistas voluntarios contra incendios.

El proyecto por su parte, contará con la contratación de un supervisor ambiental que asegure el cumplimiento de las medidas propuestas voluntariamente en el plan de vigilancia ambiental y las condicionantes establecidas en el resolutivo en materia de cambio de uso de suelo.

### *III.3.4.10. Tenencia de la tierra*

En el Municipio se presentan básicamente dos tipos de tenencia de la tierra: ejidal y propiedad privada.

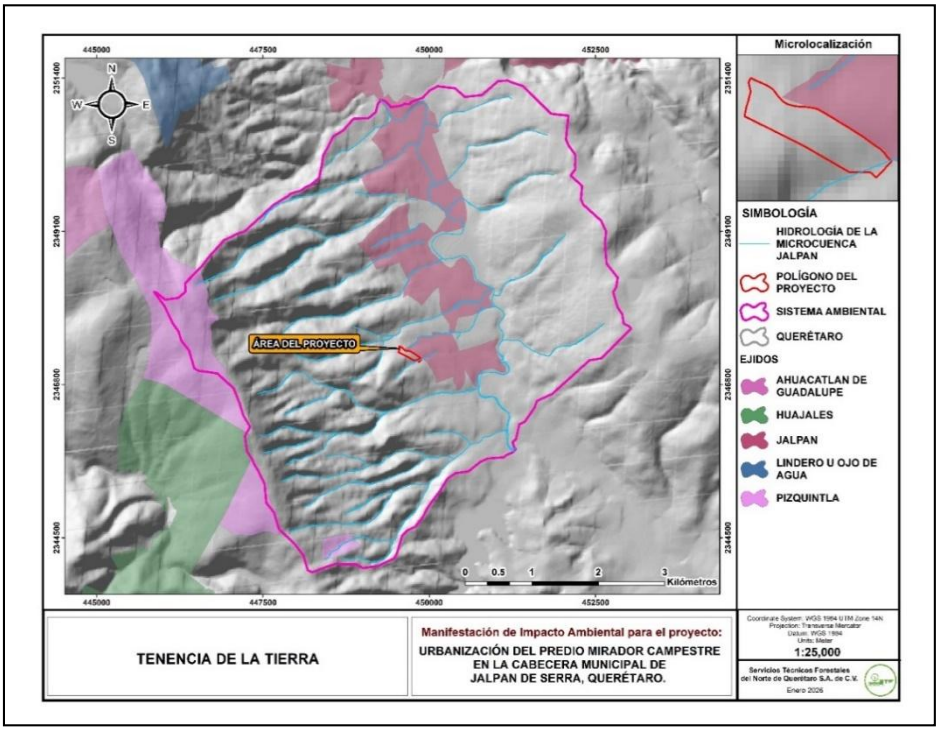



Ilustración 160 Tenencia de la tierra dentro y fuera del SA

La tenencia del predio donde se pretende realizar el proyecto es propiedad privada como se especifica en el apartado correspondiente. Se llevará a cabo su urbanización mediante la construcción de vialidades y la introducción de infraestructura para los servicios básicos (agua, luz, drenaje sanitario). Se pretende la venta de lotes para que cada adquiriente desarrolle su vivienda y lleve a cabo el proceso de escrituración.

Las vialidades, áreas verdes y servicios públicos, serán donados al municipio, según lo establece el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.

### *III.3.4.11. Uso que se le da a los recursos naturales*

El uso de los recursos naturales al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda se encuentra regulado por el programa de manejo de la misma reserva, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Los aprovechamientos maderables en la región, principalmente solo se aplican para saneamiento en el municipio de Landa de Matamoros. Los recursos naturales localizados en esta área no han sido explotados a gran escala ni de forma regulada.

De acuerdo con la zonificación de la reserva, los aprovechamientos están permitidos en las zonas de amortiguamiento de aprovechamiento restringido. Se permite el uso de los recursos para autoconsumo, de donde los habitantes únicamente extraen algunas especies no maderables, leña y postes para construcción de viviendas,

cercos y preparación de alimentos. Se observó al interior del predio la extracción clandestina de leña en baja escala y el uso de plantas medicinales, probablemente por los habitantes cercanos al área propuesta.

En el predio no se contempla el aprovechamiento de los recursos presentes, sino únicamente la remoción de la vegetación necesaria para la preparación del sitio destinado a la construcción. Dicho procedimiento se encuentra en proceso de evaluación. Los productos derivados del desmonte serán empleados en medidas de mitigación, específicamente para la instalación de cercados en áreas de reforestación y para las prácticas de conservación de suelos y favorecimiento de la infiltración de agua de las superficies de reubicación y reforestación.

Al quedar dentro del instrumento de regulación de las actividades en la Reserva de la Biosfera, los usos que se le pueden dar a los recursos son mucho más limitados. Son pocas las alternativas que resultan redituables para los propietarios de predios situados en donde la topografía es accidentada y la capa de suelo es delgada; donde el uso de suelo es más apropiado para sustentar vegetación forestal. Al interior de la Región Ecológica los usos son: forestal, agrícola, pecuario y de asentamientos humanos. En los márgenes del río Jalpan (escurrimiento principal), en donde se forman un amplio valle, se emplea para la agricultura.

El agua del escurrimiento principal de la microcuenca tiene un uso para el regadío de cultivos y para el abrevadero de ganado básicamente a través del distrito de riego de Jalpan de Serra, administrado por la SEDEA, para lo cual se lleva a cabo su almacenamiento en la Presa Jalpan para su distribución aguas abajo en el área agrícola del municipio. Se prevé que el agua para riego y compactación de superficies del proyecto será abastecido por proveedores externos. Al interior del predio no existen escurrimientos ni cuerpos de agua.

Aun cuando la RBSG es zona de importancia para la conservación de las aves de CONABIO, la fauna silvestre en general en esta parte del municipio no tiene un uso. La presa Jalpan sitio RAMSAR es de importancia por el arribo de aves migratorias, pero se encuentra situada fuera de la Región Ecológica del proyecto. Si bien estas pueden sobrevolar el espacio aéreo del proyecto durante la migración, no se detectan nidos en la superficie de construcción por lo que no se prevén afectaciones a las aves.

Adicionalmente la presa Jalpan y en general el Río Jalpan son atractivos turísticos para paseos en cuatrimoto, RZR y bicicleta de montaña. En la presa Jalpan se lleva a cabo la pesca deportiva y actividades acuáticas (canotaje). Recientemente se habilitó el malecón Jalpan para actividades se avistamiento de aves y como ruta para atletas (caminatas).

Dado que los recursos naturales que se encuentran en el área de influencia al proyecto, no tienen un uso comercial reconocido o autorizado para su

aprovechamiento, la CONAFOR ha delimitado zonas de atención prioritaria para el pago por servicios ambientales por recarga hidrológica y conservación de la biodiversidad. La capa de áreas prioritarias de la CONAFOR para el pago por servicios ambientales 2026, muestra que la superficie propuesta para la urbanización se localiza fuera de estas áreas.

La ejecución del proyecto pretende excavaciones para la apertura de vialidades (calles) y la introducción de servicios y los materiales de corte emplearse al máximo en la nivelación de superficies, los excedentes enviarse a bancos de tiro, u ofertarse a los propietarios de predios urbanos (para relleno).

### *III.3.4.12. Nivel de aceptación del proyecto*

El proyecto consistirá en la urbanización (introducción de servicios) y venta de lotes para la construcción progresiva de viviendas; siendo una alternativa económica que el promovente tiene para el aprovechamiento de la superficie que se encuentra dentro de los limites contemplados para el crecimiento del área urbana con un destino **Habitacional (H2),** por lo tanto, quedarán consolidados en el área urbana.

Mediante Dictamen de uso de suelo oficio DU/2346/2024 de fecha 27 de septiembre de 2024 se reconoce por parte de la autoridad municipal la compatibilidad de la zona de acuerdo con la tabla normativa de usos del suelo.

Se solicita a la CEA la factibilidad de prestación de los servicios de agua potable y su tratamiento, comprometiéndose a proporcionar la infraestructura necesaria conforme al Dictamen Técnico de Incorporación, que para tal efecto emita la dependencia.

El proyecto fue expuesto a la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, realizándose el recorrido en la superficie y contemplando las observaciones y recomendaciones. Se hará del conocimiento de la población durante el proceso de consulta pública, y se recabará lo opinión de las dependencias involucradas durante el proceso de evaluación.

Los criterios para determinar la Consolidación Urbana son: una distancia de 2 km o menos a escuelas primarias, centros de abasto o mercados, espacios recreativos y vías primarias, realizando además un análisis de densidad de vivienda y porcentaje de redes de infraestructura; mientras que para la movilidad, se consideran 2.5 km o menos a escuelas secundarias y centros de salud, empleando criterios relacionados con el modo de traslado y tiempos máximos por tipo de movilidad, caminata (30 min), bicicleta (20 min), transporte público y/o privado (45 min). El proyecto cumple con los criterios de consolidación urbana, que evita un mayor impacto ambiental por la provisión de servicios en superficies alejadas del desarrollo urbano.

Se pretende la subdivisión del predio en lotes, la construcción de vialidades, la provisión de infraestructura para los servicios urbanos: agua, luz y drenaje sanitario;

para que los adquirientes de los lotes puedan construir sus viviendas de acuerdo a sus gustos y necesidades, considerando las restricciones que se establezcan internamente y las señaladas por el Reglamento de Desarrollo Urbano del Municipio de Jalpan de Serra.

De acuerdo con el Programa Estatal de Vivienda (PEV) al año 2022, existen en el municipio de Jalpan de Serra, asentamientos irregulares. El proyecto pretende que la superficie de desarrollo se encuentre dentro del marco de la Legalidad, para lo cual se somete a la evaluación de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, requisitos previos para el trámite de obtención de las licencias ante la autoridad Municipal, destacando que de esta forma se brinda certeza a la población que habite el fraccionamiento a tener un patrimonio legalmente adquirido, disminuyendo de esta manera la creación de asentamientos irregulares.

Estos espacios para la vivienda, en un lugar accesible, adecuado y planeado son de relevancia para la cabecera municipal, para dar cumplimiento a las metas establecidas en los Planes de Desarrollo de los distintos niveles de gobierno, atendiendo las necesidades básicas primordiales de la población que es contar con espacios para la vivienda con servicios urbanos de calidad y seguridad.

El hacinamiento indica un déficit de espacios, donde dos o más personas residen en una sola habitación, excediendo la capacidad de las edificaciones en que se reside. En todas las esferas de la política de desarrollo económico y social el contar con una vivienda digna es parte importante del desarrollo de una determinada región. Por lo tanto, el proyecto es ampliamente aceptado por la población civil, compatible a nivel municipal y estatal al fomentar la inversión privada y el ordenamiento del crecimiento urbano.

Económicamente el proyecto representa una fuente de empleo temporal para el personal que labore en la preparación del sitio, la apertura y pavimentación de calles y, la introducción de infraestructura para la provisión de servicios; así como el desarrollo económico que implicará la construcción de las viviendas.

### *III.3.4.13. Valor que se le da a los sitios donde se establecerá el proyecto.*

La superficie en la cual se pretende la urbanización, se encuentra incluida en importantes zonas de atención prioritaria definidas por la CONABIO como son: Región Hidrológica Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria y Área de Interés para Conservación de las Aves. En la Región Ecológica se incluyen áreas prioritarias de la CONAFOR para el pago por servicios ambientales, debido a su ubicación al interior del ANP con categoría de reserva de la Biosfera denominada Sierra Gorda; sin embargo, la superficie propuesta para la urbanización debido a sus características se encuentra fuera de las áreas de pago para la provisión de servicios ambientales.

Los recursos hídricos al interior de la Región Ecológica son solo temporales, a excepción del Río Jalpan que es de tipo intermitente; abastece de agua a la presa del mismo nombre, considerando su importancia para la recreación y el deporte, siendo preferidos para recorridos de operadores turísticos. El escurrimiento al interior del predio no se constituye en bien nacional a cargo de la CONAGUA, sin embargo, se considera la conservación de áreas de protección de vegetación a cada uno de sus márgenes.

La Presa Jalpan, es un humedal designado como de importancia internacional bajo la Convención de RAMSAR[21], por la UNESCO; atrae a varias especies de aves acuáticas y migratorias, sirviendo como sitio de reproducción y refugio de cerca de 140 especies. Es importante como fuente de agua potable y para el regadío de terrenos agrícolas del Distrito de Riego 001 que da empleo a varios trabajadores. Aunque está área no se localiza al interior de la Región Ecológica del proyecto, dada su cercanía las aves que arriban a la presa pueden sobrevolar la zona en su trayecto. Debido a la colindancia del predio con el desarrollo urbano no se localizan áreas de anidación.

Por el tipo de vegetación que sustenta la REtienen uso únicamente para la recolección de leña para uso doméstico, en escala insipiente, ya que los hogares en la cabecera municipal mayormente emplean gas para la preparación de alimentos. Dentro de la superficie del predio y fuera de sus límites, al no estar cercado, se detecta la extracción de especies arbóreas para postes y leña además hay evidencias de ser empleada para el pastoreo de ganado.

La vegetación dentro del área propuesta para la urbanización se encuentra impactada por el tránsito de personas a través de veredas en su interior y la presencia de algunos residuos sólidos; no se considera de importancia significativa para el desarrollo, alimentación y refugio de mamíferos silvestres debido a su colindancia con la mancha urbana y la presencia de perros y gatos que pueden adentrar en el sitio ahuyentando la fauna. El uso que tienen las colindancias del sitio propuesto, además del asentamiento urbano, vías de comunicación son las actividades pecuarias.

En relación al valor que se da a los recursos bióticos de la Región Ecológica, el Grupo Ecológico Sierra Gorda ha desempeñado labores a favor de la conservación y mejoramiento de los ecosistemas de la región. Por su parte la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, ejecuta las acciones señaladas en su programa de manejo como lo establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de ANPs. El municipio de Jalpan de Serra cuenta con el Reglamento de manejo integral de residuos sólidos urbanos, Reglamento de ecología, Reglamento de servicios públicos para el cuidado del ambiente dentro de su demarcación.

[21] La Convención sobre Humedales, conocida como la Convención de **Ramsar**, es un tratado ambiental intergubernamental establecido en 1971 por la **UNESCO**, que entró en vigor en 1975.

Conforme al POEREQ, la microcuenca se encuentra en la UGA 1 ANP Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, cuya política es de conservación yy su instrumento de regulación es el PM del ANP; el predio se encuentra ubicado en el área urbana de Jalpan (subzona de aprovechamiento intensivo) compatible con el desarrollo urbano; el destino que actualmente tiene la superficie del proyecto es Habitacional (H2), conforme al PDUCPJS (Vigente).

En este sentido, el sitio donde se enmarca el proyecto obedece a grandes zonificaciones que lo revisten de importancia ecológica, sin embargo, de forma puntual se encuentra ubicado en una zona ya impactada; por lo tanto, se considera que el predio tiene una baja importancia ecológica siendo viable, de acuerdo a su ubicación y destino proyectado en el PDUMCP, para el establecimiento de viviendas unifamiliares de las que carece la cabecera municipal cuyo crecimiento poblacional va en aumento; previniendo que el crecimiento urbano se lleve a cabo en sitios menos indicados y mejor conservados fuera de los límites establecidos, de forma irregular.

#### *III.3.4.14. Patrimonio histórico.*

En 1744 se fundó el pueblo de Jalpan. El 19 de octubre del 2010 fue la declarado “Pueblo Mágico”. Este municipio cuenta ya con un nombramiento de Patrimonio Mundial por sus Templos (Misiones de Franciscanos y Agustinos).

La Misión de Jalpan, obra del más puro estilo barroco mexicano y mezcla de la creatividad artística de indígenas Pames y misioneros Franciscanos, fue construida en un lapso de siete años y permitió realizar, además de actividades de carácter religioso, otras relacionadas con la atención hospitalaria, comedor público y centro de capacitación de oficios.

La zona arqueológica de Tancama se localiza al sureste a varios km fuera de la Región Ecológica; donde se ubican cuisillos o restos de asentamientos prehispánicos Huastecos con un desarrollo importante durante el periodo Epiclásico, entre el 700 y el 900 D. C.

El predio se encuentra alejado de las construcciones consideradas patrimonio histórico y cultural, por lo tanto, no se prevén afectaciones a la infraestructura ni obstrucción a la visibilidad de las mismas.

## III.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para realizar el diagnóstico de la Región Ecológica, previo a la ejecución del proyecto, se consideró la información que se recopiló en la fase de gabinete y de campo, identificando el grado de conservación actual que presentan los factores del medio físico químico y biológico en la superficie propuesta para la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Se analizaron las tendencias y comportamiento de los procesos de deterioro natural, así como la calidad de vida actual y futura de los habitantes como consecuencia de su puesta en marcha, tomando en cuenta el gran impacto social y económico que implica.

Se realizó el inventario de cada uno de los factores ambientales afectados, siendo los diversos componentes del medio ambiente susceptibles de ser modificados por los humanos y que además pueden ser inventariados, cartografiados, medidos y valorados mediante diversos instrumentos. Por relación y correspondencia se agrupan en medios o componentes y se dividen en parámetros, integrándose en 7 grupos:

1) Factores físico - químicos (textura, topografía, salinidad, pH, gasto, etc.)
2) Factores biológicos (flora, fauna, especies en peligro y amenazadas, corredores, patrones reproductivos, etc.)
3) Factores paisajísticos (visibilidad, naturalidad, etc.)
4) Factores relativos al uso del suelo (agropecuario, urbano, industrial, zonas arqueológicas, etc.)
5) Factores relativos a la estructura, equipamiento, infraestructura y servicios.
6) Factores socioculturales (densidad poblacional, patrones culturales, educación, justicia, nivel de vida, etc.)
7) Factores económicos (nivel de consumo, empleo)

En la medida de lo posible se integran al inventario los criterios siguientes y algunos otros para describir el escenario ambiental e identificar la interrelación de los componentes, y de forma particular detectar los factores mayormente impactados (puntos críticos).

### a) Normativos

*Son aquellos que se refieren a aspectos que están regulados o normados por instrumentos legales o administrativos vigentes tales como: Leyes, Reglamentos, y Normas Oficiales Mexicanas para las descargas de aguas residuales, manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, emisiones a la atmósfera, etc.;* cambio de uso del suelo, actividades dentro de Áreas Naturales Protegidas, etc., *abordados ampliamente en el apartado de vinculación del proyecto con los instrumentos normativos aplicables*.

Al no encontrarse escurrimientos permanentes en la RE o próximos a la superficie de construcción, no se cuenta con los parámetros de la calidad del agua, motivo por

el cual no fueron considerados en la evaluación de la Región Ecológica actual, ya que el río Jalpan (escurrimiento de tipo intermitente) se localiza a 1.17 km de distancia aproximadamente. El Río Jalpan debido a la distancia a la que se encuentra no será afectado por el proyecto, por lo que, al no estar en contacto directo con la obra, no se prevé daño alguno y se manejarán adecuadamente las aguas residuales sanitarias durante la operación a través de la red de drenaje sanitario que se introduce como parte del proyecto para su conexión al colector general municipal para su envío a la PTAR del municipio.

Al interior del predio no se presenta ningún tipo de escurrimiento a cargo de la CONAGUA; el escurrimiento temporal que intercepta el predio se localiza fuera de la superficie de cambio de uso de suelo y construcción (12m aprox.), se prevén medidas para preservar las superficies hacia ambos lados de sus huellas máximas y evitar impactos.

En el factor biótico, durante el inventario, no se encontraron especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo, sin embargo, se consideró la NOM-059-SEMARNAT-2010; parámetros contenidos en la legislación ambiental de nuestro país y otras aplicables al cuidado de flora y fauna que pudieran resultar afectadas por las actividades de remoción de vegetación durante la preparación del sitio o aproximarse durante la etapa de construcción. Así mismo, se demostró que no se comprometen aspectos de diversidad y conservación de los recursos, en función de la condición actual en el sitio propuesto.

En general, durante la planeación del proyecto y la determinación de su viabilidad se llevó a cabo la consideración y combinación una serie de regulaciones ambientales, de ahí que, en primera instancia las actividades propuestas estén permitidas en el sitio donde se pretende la afectación y sean compatibles; que los impactos que se puedan producir, sean minimizados y mitigados de conformidad con los instrumentos de planeación, las medidas propuestas en este documento y las observaciones realizadas por la Secretaría y las dependencias del sector a quienes se solicita su opinión durante el proceso de EIA. En tal sentido, se resume quela Región Ecológica y en particular la superficie del proyecto ya presenta modificaciones (alteraciones) que han sido analizadas y valoradas, conforme a las acciones de los ordenamientos legales.

En apego a los instrumentos normativos en materia de desarrollo urbano estatal y municipal, el predio cuenta con la regulación en esta materia, siendo viable la solicitud de urbanización ante la autoridad municipal; debiendo contar previamente con las autorizaciones en materia ambiental y de CUSTF, por parte de la Federación.

Por la ubicación del proyecto al interior del ANP, se llevan a cabo una serie de regulaciones ambientales que requieren de estudios específicos y permisos, de ahí que los impactos que se puedan producir serán minimizados y mitigados de

conformidad con lo propuesto en la MIA-P y en el ETJ correspondiente. El proyecto que se pretende se ajusta a dichos ordenamientos vinculados en el apartado correspondiente.

***b) De diversidad***

*Son criterios que utilizan a este parámetro equiparándolo con la probabilidad de encontrar un elemento distinto dentro de la población total, por ello considera el número de elementos distintos y la proporción entre ellos. En general se suele valorar como una característica positiva de valor alto, ya que en vegetación y fauna está estrechamente relacionada con ecosistemas complejos y bien desarrollados.*

Para determinar la diversidad de las variables analizadas en el inventario ambiental, previo a ejecución del proyecto, se consideraron los siguientes aspectos:

La cartografía fue elaborada con base en el Inventario Forestal Nacional sobre uso del suelo (Serie VII); usada para determinar la diversidad de las especies, conforme a los tipos y subtipos de vegetación presentes específicamente en la superficie de cambio de uso de suelo en el área del predio.

Debido a la ubicación del predio, con la influencia del desarrollo urbano en las colindancias, la vegetación en su interior presenta un nivel de deterioro y degradación; se llevó a cabo el análisis de diversidad al interior del predio y fuera de él, para realizar la comparación y demostrar que no se compromete la diversidad de las especies presentes en la superficie de construcción, tanto para la flora como para la fauna silvestre dada su representatividad en la Región Ecológica con el mismo tipo de vegetación e impacto similar al que se presenta la superficie propuesta para la urbanización.

La superficie sobre la que se pretende realizar el proyecto presenta en su interior veredas angostas por donde transita la población para llegar a otros sitios acortando distancias, para el pastoreo y para la obtención de leña en su interior, de manera clandestina.

La superficie del predio actualmente se encuentra cubierta por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; su composición y diversidad florística fue determinada con base en el inventario forestal de las especies a remover, ampliamente desarrollado y justificado en el ETJ correspondiente para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la Secretaría.

La vegetación se cataloga en proceso de degradación por las causas expuestas en el apartado correspondiente. Este impacto demerita, en parte, la calidad y regeneración de la vegetación y condiciona la diversidad de especies de fauna silvestre en su interior. En tal sentido, la zona de impacto presenta una baja diversidad de especies de flora y fauna; esta última básicamente compuesta por

escasas especies de aves y algunos mamíferos menores que ya se encuentran adaptados a este tipo de disturbio.

Los ejemplares faunísticos identificados durante el muestreo corresponden a especies comunes y de amplia distribución, característicos del tipo de vegetación analizado. En general la diversidad se valoró, mediante la cantidad de especies presentes en la superficie de cambio de uso de suelo, comparada con las especies potenciales reportadas para la zona, como se detalla en el apartado correspondiente mediante análisis de diversidad.

Se emplearon capas temáticas del INEGI, CONABIO, CENAPRED, SGM, etc. para describir la variedad y diversidad de los recursos, características y condiciones de los diferentes factores ambientales del medio físico-químico y biótico; realizando la comparación de las condiciones del sitio de construcción y el área de influencia hasta donde tendrán alcance los impactos derivados del proyecto en función del componente ambiental del que se trate, encontrando lo siguiente:

- Las condiciones físicas del área propuesta comparten características similares en toda la superficie y hacia su colindancia inmediata al norte y poniente, ya que hacia el este y sur presenta condiciones con alteraciones mayores por el asentamiento humano.
- Las condiciones naturales del área se encuentran impactadas y severamente impactadas en dos de sus colindancias.
- No habrá afectación de ambientes que constituyen áreas de reproducción de especies de importancia para su conservación, endemismo o interés cultural, debido a la influencia que tiene el desarrollo urbano en las colindancias y hacia el interior del predio.
- No se llevará a cabo la afectación directa e indirecta de especies vegetales y animales en alguna categoría de conservación, ya que no se localizan especies en alguna categoría de riesgo.
- No se afecta la diversidad de especies de flora y fauna ya que presenta mayor diversidad fuera de la superficie de construcción.
- Con el cambio de uso de suelo no se fragmentarán ecosistemas conservados, debido a que la superficie propuesta colinda con el desarrollo urbano en dos de sus lados.

***c) Rareza***

*Este indicador hace mención a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta (por ejemplo: ámbito, local, municipal, estatal o regional).*

De acuerdo con la caracterización del medio físico-químico, biológico, económico y socio-cultural, se puede establecer que la zona donde se localiza el proyecto no posee características únicas o excepcionales respecto al resto del territorio

municipal; dentro región ecológica solo algunos elementos pueden presentar dicha condición.

La rareza de las especies tanto de fauna silvestre como de vegetación, se determina con su distribución local o regional y más ampliamente con su inclusión dentro de alguna categoría en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Encontrándose en el predio propuesto los siguientes criterios:

- No se afectarán ecosistemas únicos o frágiles, debido a que el tipo de vegetación afectada en la superficie de construcción se distribuye en la Región Ecológica en sitios con mejores condiciones que la que presenta el predio colindando con el desarrollo urbano;
- Se propone remover y reubicar un porcentaje de ejemplares de especies con mayor valor de importancia, de acuerdo al Programa de manejo de vegetación anexo.
- No se afectarán especies vegetales endémicas o relictas. Debido a que no se encuentran en la superficie de construcción especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La fauna que pudiera estar presente corresponde a especies menores, comunes, de amplia distribución y adaptación a la perturbación y se propone llevar a cabo un programa enfocado principalmente al ahuyentamiento previo a las actividades de preparación del sitio.
- No se encontraron especies, ni sitios de anidación de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, al interior del sitio propuesto.

El análisis para determinar la rareza de los ejemplares de flora y fauna presentes en la superficie en la que se pretende llevar a cabo el desmonte para la construcción de vialidades e introducción de infraestructura para los servicios urbanos básicos y la construcción de viviendas, consistió en identificar las especies asociadas al tipo de vegetación y la distribución de esta vegetación en la Región Ecológica como lo señala la LGDFS; encontrando que se distribuye ampliamente hacia los sitios que cuentan con el mismo tipo de vegetación existente en el predio, dentro del municipio y la Región, en zonas destinadas a la conservación dentro del ANP, con condiciones mejores a las que presenta actualmente la superficie propuesta y su área de influencia directa.

Debido al impacto que ya presenta la vegetación fue escaso el avistamiento de fauna silvestre al momento de realizar el inventario, por lo que su presencia en el sitio del proyecto está condicionada y afectada al presentir la presencia humana que transita en su interior y por los ruidos que se generan en el ambiente urbano con el que colinda.

En el caso de los mamíferos son tan ágiles que detectan muy bien la presencia de ruidos y se alejan con facilidad. Además, la superficie del predio se encuentra colindando con vialidades y el asentamiento humano en donde a pesar de ser

atraídos para alimentarse, la presencia de especies domesticas (perros y gatos) en las viviendas cercanas, las ahuyentan, o dejan rastros (heces y orina) sobre las veredas que advierten su presencia y condiciona las rutas de migración, aproximación o permanencia de fauna silvestre en el sitio.

***d) Naturalidad***

*La naturalidad estima el estado de conservación del ecosistema e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana. Este rubro adolece del problema de definir un estado sin la influencia humana, lo cual, en cierto modo implica considerar una situación ideal y estable, difícilmente aplicable a sistemas naturales que han sido afectados indirectamente por el desarrollo en su entorno.*

Como se puede observar en el mapa de uso de suelo y vegetación, los ecosistemas forestales que rodean el área propuesta se fraccionaron por el establecimiento del área urbana en torno al escurrimiento principal (río Jalpan), el establecimiento de asentamientos humanos en otras áreas de la Región Ecológica, las vías de comunicación, las actividades agropecuarias y la provisión de servicios a las diferentes localidades. Las alteraciones a la naturalidad del paisaje, ocasionadas por estas actividades antropogénicas, son más acentuadas en la superficie plana de la Región Ecológica por el laboreo de la tierra al prepararla para el cultivo, y también por la presencia de infraestructura y crecimiento urbano, resultando un escenario altamente modificado.

El predio se localiza en una región declarada como Área Natural Protegida; por lo tanto, existen en la Región Ecológica y fuera de él, vastas extensiones de territorio que presentan una naturalidad característica y acorde al tipo de ecosistema forestal que sustentan. En los parteaguas y superficies con mayor pendiente no aptas para la vivienda o para las actividades agropecuarias, la condición de la cobertura es más natural, solo algunos sitios presentan moderada alteración antropogénica.

El proyecto prevé la remoción de vegetación en parte de su superficie, para la apertura y pavimentación de calles, introducción de servicios (agua, luz y drenaje) por parte del promovente y la construcción progresiva de viviendas de cada uno de los dueños del lote.

La superficie del proyecto colinda al oeste y al norte con el desarrollo urbano, en donde esta naturalidad se ve opacada por la presencia de contrastes heterogéneos inducidos por la actividad humana. La existencia de infraestructura, urbanización (viviendas, vías de comunicación, servicios de luz, agua, etc.). La apertura de estos espacios, las actividades agrícolas y ganaderas han dado pie a la introducción de especies invasoras, frutales y especies de doble propósito empleados como cercos vivos; así como las especies ornamentales introducidas; la presencia de residuos sólidos domésticos y la generación de ruidos por el desempeño de las actividades económicas. Por lo tanto, ya existe un alto grado de perturbación en torno a la superficie en la que se pretende el proyecto. Cabe resaltar que hacia los parteaguas

de la Región Ecológica el paisaje es más natural, pero los alcances del proyecto no llegan a afectarlos.

***e) Grado de aislamiento***

*Este parámetro mide la posibilidad de dispersión de los elementos móviles del ecosistema, y está en función del elemento del que se trate y la distancia a otras zonas con características similares. Se considera que las poblaciones aisladas son más sensibles a los cambios ambientales, debido a los procesos de colonización y extinción, por lo que poseen mayor valor que las poblaciones no aisladas.*

Este criterio se incorporó a la evaluación de la Región Ecológica mediante la observación de las rutas de migración tanto para las especies vegetales, como para las especies animales que se pudieran presentar en la superficie del predio. Cabe resaltar que las especies de flora pueden dispersar sus semillas a través del aire, las corrientes superficiales de agua o el tracto digestivo de animales, pudiendo de esta manera diseminarse hacia otros sitios, sin embrago esta ruta de migración hacia el este y sur del predio están condicionadas por el desarrollo urbano existente.

En la Región Ecológica, la fauna silvestre dispone de grandes extensiones de superficie, incluso inaccesibles para el ser humano, en donde pueden llevar a cabo sus funciones reproductivas sobre todo en la cercanía con cuerpos de agua permanentes. Sin embrago esta ruta de migración hacia norte y oeste del predio están condicionadas por el desarrollo urbano.

Desde la creación del Área Natural Protegida, su grado de conservación ha ido en aumento. La existencia de localidades dispersas pero ubicadas en las orillas de las vías de comunicación existentes permiten que se mantengan estas amplias superficies para el hábitat de la fauna, exponiéndose muy poco a la afectación antropogénica. Fuera de la Región Ecológica se encuentra la presa Jalpan, en un perímetro en torno a ella se mantienen las condiciones naturales del ecosistema, que se constituyen como corredores para el acceso al cuerpo de agua; por lo tanto, no quedan aisladas.

En este sentido, en la Región Ecológica las rutas de migración para la vegetación están disponibles, limitándose un poco en las áreas de cultivo, e impedidas hacia el área urbana; sin embargo, en la Región Ecológica aún se cuenta con superficie forestal suficiente, por lo que se garantiza la conservación y permanencia de la flora; además, se prevén medidas para mantener la diversidad de flora mediante el programa de manejo de vegetación y programa de reforestación (anexos), la conservación de áreas verdes al interior del fraccionamiento y, arbolado aislado que conforme el Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS) en los lotes.

La fauna, en cambio, considera para llevar a cabo sus funciones, los espacios cerrados con mejor cobertura para desplazarse, empleando para ello las cañadas a través de escurrimientos permanentes y sobre fajas de vegetación continua; puede

desplazarse incluso en los lugares poco impactados. Las condiciones que prevalecen en el sitio han limitado sus rutas de desplazamiento, pero no es aplicable para las especies mejor adaptadas al disturbio y presencia humana (especies menores). En el caso de las aves no existe limitación alguna para su desplazamiento ya que pueden sobrevolar la zona. Para percha y anidación buscan lugares con mayor cobertura arbórea, por lo tanto, se prevé que su hábitat pueda resultar afectado por el desarrollo del proyecto, pero podrán desplazarse a sitios con mejores características a donde, de manera natural, lo hacen para alimentarse y reproducirse.

***f) Calidad***

*El parámetro de calidad se considera útil especialmente para problemas de perturbación atmosférica, del agua y/o del suelo. Se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores normales establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros físico-químicos y biológicos, como del índice global de ellos.*

Evaluar la calidad de los componentes del ecosistema no es fácil, si no existe un punto de comparación. En el caso de las aguas por ejemplo existen los límites máximos permisibles de acuerdo con la NOM, así también para la calidad del aire, sin embargo, para la vegetación, fauna silvestre y paisaje, no hay un punto de referencia. La calidad de los suelos se mide en función de su productividad, pero también dependerá mucho del tipo de vegetación o cultivo que exhiben.

Aun cuando el predio se localiza dentro de los límites indicados por la CONABIO, como: AICAs, RTP, RHP, la UGA 1 del PPOEREQ y, colinda con zonas de protección ecológica segun zonificación secundaria del PDUCPJS, su calidad presenta algunas alteraciones. En este sentido, los factores suelo, agua, aire, paisaje, vegetación y fauna del medio: físico-químico y biótico; fueron considerados mediante análisis cualitativos y cuantitativos para determinar un grado de calidad inicial respecto al óptimo en el ecosistema, como se muestra y se explica en la síntesis del inventario, en el apartado siguiente.

De acuerdo al tipo de proyecto que se pretende, se empleará maquinaria por un periodo de tiempo, por lo tanto, se esperaría la probabilidad de derrames que contaminen el suelo con el aporte de contaminantes, o el arrastre de partículas de suelo que demeriten la calidad del agua en los escurrimientos situados aguas abajo. El escurrimiento de tipo temporal se excluye de las áreas de construcción del proyecto, pero ante la presencia de lluvias el suelo removido en el sitio de construcción podría ser arrastrado hacia el escurrimiento por la diferencia de pendientes.

No se incluyen los parámetros cuantitativos de la calidad comparativos por no contar con escurrimientos permanentes próximos al sitio; sin embargo, las aguas sanitarias durante la construcción y operación serán manejadas adecuadamente.

La calidad del aire a consecuencia de las actividades de urbanización del predio puede verse modificada por el uso de la maquinaria pesada y camiones de volteo (para el acarreo de los materiales de corte y relleno), por la emisión de gases de combustión que se pretende mantener dentro de los estándares que marcan las NOM en materia. Se considera que pueda existir también el levantamiento de polvo que modifique la calidad del aire y que de igual forma puede ser prevenido y/o mitigado.

Se llevará a cabo la remoción de vegetación en la superficie del predio, reduciendo la cobertura vegetal y modificando el hábitat para la fauna; y el paisaje presentará modificaciones por cortes y rellenos en la superficie de calles y por el cableado de energía eléctrica. Se propone atender las medidas para reducir y/o atenuar los impactos al paisaje y los factores del medio biótico para mantener su diversidad.

En relación al paisaje se prevén impactos irreversibles, sin embargo, se localizarán dentro del área prevista para el crecimiento urbano, además de que la superficie propuesta colinda ya con el área urbana en dos de sus márgenes.

***g) Metodología para la evaluación de los factores ambientales respecto a su óptimo potencial en el ecosistema.***

Para evaluar los componentes del inventario, particularmente al comparar las alternativas, fue conveniente valorar de forma diferenciada cada componente del medio físico- biótico y socioeconómico. Una vez que los factores del medio potencialmente afectables fueron identificados, se ideó un mecanismo para expresar su estado de conservación actual (antes del proyecto), para ello se emplearon tablas de valoración de factores ambientales que requerían desde el simple enjuiciamiento hasta la valoración cualitativa y cuantitativa basada en datos tomados en campo.

La valoración de la calidad actual del ecosistema es la primera etapa de la Evaluación de Impacto Ambiental, y los valores obtenidos son considerados para su análisis integral en el apartado siguiente "*Síntesis del Inventario";* esta información es parte integral de la **Matriz Ponderada** empleada para la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto y la propuesta de las medidas de mitigación.

Las tablas para la evaluación de la Región Ecológica (área de influencia del proyecto) están relacionadas en una hoja de cálculo para su procesamiento: contempla la valoración del estado ambiental de cada factor respecto a su optimo potencial, la correspondiente valoración de los impactos ocasionados por el proyecto, y el análisis de los cambios ocasionados por las actividades del proyecto en cada uno de los factores involucrados en la valoración. Las celdas marcadas con

una **X**, nos indican, que no cuentan con información inicial y se consideró no valorarlas sobre todo porque el proyecto no influirá en la modificación de dichos parámetros; por lo tanto, no se tomaron las mediciones respectivas; tal es el caso de algunos parámetros de calidad del agua ya que esta no se encuentra permanente en la superficie del proyecto.

Además, el proyecto no afectará de manera colateral algún escurrimiento previniendo derrames y desplazamiento de sedimentos que puedan extenderse y alcanzar las corrientes del escurrimiento en su interior. Se considera en la evaluación la descarga de las aguas residuales sanitarias hacia la red de drenaje municipal para su conducción a la PTAR durante la operación y mantenimiento. Las aguas sanitarias durante la preparación del sitio y construcción serán tratadas en el biodigestor e infiltradas las cuales cumplen con la calidad señaladas en las NOMs según especificaciones del fabricante.

## Tablas de valoración de los componentes ambientales

Medio Físico-químico

| **FACTOR AMBIENTAL: SUELO** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS A LA CALIDAD DEL SUELO | | | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | | UNIDAD DE DESCRIPCIÓN | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |
| 1 | TOPOGRAFÍA | A | 0-10 | % de pendiente | 4 | |
| | | B | >10-40 | | 3 | |
| | | C | >40-100 | | 2 | |
| | | D | >100 | | 1 | **3** |
| 2 | PROFUNDIDAD | A | 0-10 | cm | 1 | |
| | | B | >10-30 | | 2 | |
| | | C | >30-60 | | 3 | |
| | | D | >60-100 | | 4 | |
| | | E | >100 | | 5 | **1** |
| 3 | PEDREGOSIDAD | A | 0-10 | % de cobertura de la superficie | 4 | |
| | | B | >10-50 | | 3 | |
| | | C | >50-70 | | 2 | |
| | | D | >70 | | 1 | **4** |
| 4 | TEXTURA PREDOMINANTE | A | Fina | | 1 | |
| | | B | Media | | 2 | |
| | | C | Gruesa | | 3 | **1** |
| 5 | ESTRUCTURA | A | Sin estructura | | 1 | |
| | | B | Débilmente desarrollada | | 2 | |
| | | C | Moderadamente desarrollada | | 3 | |
| | | D | Fuertemente desarrollada | | 4 | **1** |
| 6 | SALINIDAD | A | < 4 (normal) | dSm/cm | 3 | |
| | | B | 4 - 16 (salino) | | 2 | |
| | | C | > 16 (fuertemente salino) | | 1 | **x** |
| 7 | SODICIDAD | A | < 15 (normal) | % de sodio intercambiable | 3 | |
| | | B | 15 - 40 (sódico) | | 2 | |
| | | C | > 40 (fuertemente sódico) | | 1 | **x** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | PERMEABILIDAD | A | Ninguna | Incidencia de inundaciones | 4 | |
| | | B | Ocasionales | | 3 | |
| | | C | Frecuentes | | 2 | |
| | | D | Permanentes | | 1 | **4** |
| 9 | ERODABILIDAD | A | Sin canalillos o en formación | Cualitativa | 3 | |
| | | B | Canalillos medianos-profundos | | 2 | |
| | | C | Cárcavas | | 1 | **3** |
| 10 | ESTABILIDAD | A | Hundimientos -desprendimientos | | 1 | |
| | | B | Ausencia de los anteriores | | 2 | **2** |
| 11 | CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO | A | Presencia de plaguicidas, hidrocarburos y/o patógenos | Cualitativa | 1 | |
| | | B | Ausencia de los anteriores | | 2 | **2** |
| 12 | CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA | A | < 1 | % | 1 | |
| | | B | 1 - 3 | | 2 | |
| | | B | > 3 | | 3 | **2** |
| SUBTOTAL | | | | | | **23** |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | | 34 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | | 10 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | | **67.6** |

## Medio Físico-químico

| **FACTOR AMBIENTAL: AGUA (SUPERFICIAL)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS A LA CALIDAD DEL AGUA | | | | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | | UNIDAD DE DESCRIPCIÓN | REFERENCIA SEGÚN NORMATIVA | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |
| 1 | DIRECCIÓN DEL FLUJO | A | No cambia | Cualitativa | | 3 | |
| | | B | Cambia ligeramente | | | 2 | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | | 1 | **3** |
| 2 | GASTO DE FLUJO | A | No cambia | m3 / seg | | 3 | |
| | | B | Cambia ligeramente | | | 2 | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | | 1 | **1** |
| 3 | PERMANENCIA DEL CUERPO DE AGUA | A | No cambia | Cualitativa | | 3 | |
| | | B | Cambia ligeramente | | | 2 | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | | 1 | **1** |
| 4 | NIVEL DE USO | A | Subutilizado | Cualitativa | | 3 | |
| | | B | Uso óptimo | | | 2 | |
| | | C | Sobre utilizado | | | 1 | **3** |
| 5 | TEMPERATURA | A | Calidad normal 1.5 º o inferior | º C | Permisible | 4 | |
| | | B | Calidad normal 2.5 º | | No permisible | 1 | **x** |
| 6 | TURBIDEZ | A | < ó = 10 | UTN | Permisible | 4 | |
| | | B | > 10 | | No permisible | 1 | **x** |
| 7 | COLOR | A | < ó = 15 | Unidades PT/Co | Insignificante | 3 | |
| | | B | > 15 - 75 | | Permisible | 2 | |
| | | C | > 75 | | No permisible | 1 | **x** |
| 8 | OLOR | A | Ausente | Cualitativa | Insignificante | 3 | |
| | | B | Apenas perceptible | | Permisible | 2 | |
| | | C | Sensiblemente notable | | No permisible | 1 | |
| | | A | Ausente | | Permisible | 3 | |
| | | B | Presente | | No permisible | 1 | **x** |
| 9 | SABOR | A | Característico | Cualitativa | Permisible | 4 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | No característico | | No permisible | 1 | x |
| 10 | CONDUCTIVIDAD | A | < ó = 1000 (excelente) | mmhos/cm3 | Bajo | 4 | |
| | | B | > 1000 - 1500 (buena) | | Moderado | 3 | |
| | | C | 1500 - 2500 (permisible) | | Alto | 2 | |
| | | D | > 2500 (no permisible) | | Severo | 1 | x |
| 11 | DUREZA | A | < ó = 400 | mg/l | Permisible | 4 | |
| | | B | > 400 | | No permisible | 1 | x |
| 12 | pH | A | 6 - 9 | | Permisible | 4 | |
| | | B | < 6 y > 9 | | No permisible | 1 | x |
| 13 | COLIFORMES | A | < ó = 500 | NMP/100 | Insignificante | 4 | |
| | | B | > 500 - 1000 | | Permisible | 3 | |
| | | C | > 1000 | | No permisible | 1 | x |
| 14 | DBO 5 | A | < ó = 1 (excelente) | mg/l | Permisible | 4 | |
| | | B | 1 - 3 (buena) | | Permisible | 3 | |
| | | C | > 3 - 5 (permisible) | | Permisible | 2 | |
| | | D | > 5 (no permisible) | | No permisible | 1 | x |
| 15 | SOLIDOS TOTALES | A | < ó = 550 | mg/l | Permisible | 4 | |
| | | B | > 550 | | No permisible | 1 | x |
| 16 | GRASAS Y ACEITE | A | < ó = 10 | mg/l | Permisible | 4 | |
| | | B | > 10 | | No permisible | 1 | x |
| 17 | NITRATOS | A | < ó = 0.4 | mg/l | Insignificante | 3 | |
| | | B | > 0.4 - 5 | | Permisible | 2 | |
| | | C | > 5 | | No permisible | 1 | x |
| 18 | NITRITOS | A | < ó = 0.01 | mg/l | Insignificante | 3 | |
| | | B | > 0.01 - 0.05 | | Permisible | 2 | |
| | | C | > 0.05 | | No permisible | 1 | x |
| 19 | SUSTANCIAS TÓXICAS (Plaguicidas e hidrocarburos) | A | < ó - Límite permitido | | Permisible | 4 | |
| | | B | > al límite permitido | | No permisible | 1 | x |
| 20 | METALES PESADOS | A | < ó - Límite permitido | | Permisible | 4 | |
| | | B | > al límite permitido | | No permisible | 1 | x |
| FACTOR AMBIENTAL: AGUA (SUBTERRÁNEA) | | | | | | | |
| 21 | NIVEL FREÁTICO | A | No cambia | m | | 3 | |
| | | B | Cambia ligeramente | | | 2 | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | | 1 | 1 |
| 22 | NIVEL DE USO | A | Subutilizado | Cualitativa | | 3 | |
| | | B | Uso óptimo | | | 2 | |
| | | C | Sobre utilizado | | | 1 | 3 |
| SUBTOTAL | | | | | | | 12 |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 18 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 6 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | | | **66.7** |

## Medio Físico-químico

| **FACTOR AMBIENTAL: AIRE** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS AL AIRE | | | | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | | UNIDAD DE DESCRIPCIÓN | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |
| 1 | DIRECCIÓN DEL VIENTO | A | No cambia | Sexagesimales cualitativa | 3 | | |
| | | B | Cambia ligeramente | | 2 | | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | 1 | | 2 |
| 2 | | A | No cambia | m/s | 3 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VELOCIDAD DEL VIENTO | B | Cambia ligeramente | | 2 | | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | 1 | | **2** |
| 3 | VISIBILIDAD | A | <10 | m | 1 | | |
| | | B | 10 - 30 | | 2 | | |
| | | C | 30-50 | | 3 | | |
| | | D | >50 | | 4 | | **4** |
| 4 | MICROCLIMA | A | No cambia | T º C y % de humedad | 3 | | |
| | | B | Cambia ligeramente | | 2 | | |
| | | C | Cambia sensiblemente | | 1 | | **1** |
| 5 | OLOR | A | Ausente | Subjetivo | 3 | | |
| | | B | Apenas perceptible | | 2 | | |
| | | C | Sensiblemente notable | | 1 | | **3** |
| 6 | RUIDO | A | < ó = 65 (intensidad normal) | db | 4 | | |
| | | B | > 65 - 80 (moderada) | | 3 | | |
| | | C | > 80 - 110 (alta) | | 2 | | |
| | | D | > 110 (muy alta) | | 1 | | **4** |
| SUBTOTAL | | | | | | | **16** |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 20 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 6 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | | | **80.0** |

## Medio Físico-químico

| **FACTOR AMBIENTAL: PAISAJE** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS AL PAISAJE | | | | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | | UNIDAD DE DESCRIPCIÓN | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |
| 1 | VISIBILIDAD | A | Mirador panorámico | Cualitativo | 4 | | |
| | | B | Área interferida | | 1 | | **1** |
| 2 | NATURALIDAD | A | Natural s / modificaciones | Cualitativo | 4 | | |
| | | B | Natural inducida | | 3 | | |
| | | C | Dominado por obras civiles | | 1 | | **1** |
| 3 | COMPONENTES PAISAJÍSTICOS | A | Homogéneos | Cualitativo | 1 | | |
| | | B | Heterogéneos | | 2 | | **2** |
| 4 | CONTRASTES | A | Naturales | Cualitativo | 4 | | |
| | | B | Inducidos | | 1 | | **1** |
| 5 | NIVEL DE ORDENAMIENTO | A | Ordenado | Cualitativo | 2 | | |
| | | B | Desordenado | | 1 | | **1** |
| SUBTOTAL | | | | | | | **9** |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 16 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | | | 5 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | | | **56.3** |

## Medio Biótico

| **FACTOR AMBIENTAL: VEGETACIÓN** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS A LA CALIDAD DE LA VEGETACIÓN | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | TIPO | A | Bosque de Pino | 3 | |
| | | B | Bosque de Encino | 3 | |
| | | C | Matorral desértico | 3 | |
| | | D | Selva baja | 3 | |
| | | E | De uso agroforestal | 3 | |
| | | F | Zonas perturbadas | 2 | |
| | | G | Inducida (pastizal, agricultura de temporal) | 2 | |
| | | H | Sin vegetación | 1 | **3** |
| 2 | FORMA DE VIDA DOMINANTE | A | Arbórea | 4 | |
| | | B | Arbustiva | 3 | |
| | | C | Herbáceas (pastos, epifitas) | 2 | |
| | | D | Mixta | 1 | **3** |
| 3 | COBERTURA (%) | A | Muy dispersa (<5) | 1 | |
| | | B | Dispersa (5-50) | 2 | |
| | | C | Discontinua (>50-90) | 3 | |
| | | D | Continua (100) | 4 | **3** |
| 4 | DIVERSIDAD | A | Alta | 4 | |
| | | B | Media | 3 | |
| | | C | Baja | 2 | **2** |
| 5 | ABUNDANCIA | A | Alta | 4 | |
| | | B | Media | 3 | |
| | | C | Baja | 2 | **3** |
| 6 | DISTRIBUCIÓN | A | Amplia | 2 | |
| | | B | Regional | 3 | |
| | | C | Local | 4 | **2** |
| 7 | DENSIDAD | A | Alta | 4 | |
| | | B | Media | 3 | |
| | | C | Baja | 2 | **3** |
| 8 | DESPLAZAMIENTO (dispersión) | A | Activo | 4 | |
| | | B | Condicionado | 2 | |
| | | C | Impedido | 1 | **2** |
| 9 | ESTATUS ECOLÓGICO DE ESPECIES CRITICAS | A | Común | 2 | |
| | | B | Sujetas a protección especial | 3 | |
| | | C | Raras | 3 | |
| | | D | Amenazadas | 3 | |
| | | E | En peligro de extinción | 4 | |
| | | F | Endémica | 4 | |
| | | G | Indeterminado | x | **x** |
| 10 | ETAPA SUCESIONAL ECOLÓGICA | A | Avanzada | 4 | |
| | | B | Intermedia | 3 | |
| | | C | Inicial | 2 | **3** |
| 11 | NIVEL DE FRAGMENTACIÓN DE LA VEGETACIÓN | A | Alta | 2 | |
| | | B | Intermedia | 3 | |
| | | C | Baja | 4 | **2** |
| 12 | NIVEL DE PERTURBACIÓN | A | Regional | 1 | |
| | | B | Local | 2 | |
| | | C | Puntual | 3 | **2** |
| 13 | RÉGIMEN DE PERTURBACIÓN | A | Cíclico | 2 | |
| | | B | Eventual | 1 | |
| | | C | Indeterminado | X | **2** |
| 14 | CORREDORES Y RUTAS MIGRATORIAS | A | Disponibles | 4 | |
| | | B | Condicionados | 2 | |
| | | C | No disponibles | 1 | **2** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | ESPECIES CRITICAS | A | Elevado valor ecológico | 4 | |
| | | B | De importancia económica estratégica | 3 | |
| | | C | De importancia sociocultural | 2 | |
| | | D | Importancia no determinada | 1 | **1** |
| SUBTOTAL | | | | | **33** |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | 52 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | 20 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | **63.5** |

## Medio Biótico

| **FACTOR AMBIENTAL: FAUNA** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETROS REFERIDOS A LA FAUNA | | | | | |
| No. | PARÁMETRO | RANGOS DE CATEGORÍA POSIBLES | | RANGOS DE CALIDAD AMBIENTAL | VALORACIÓN DEL SITIO ESTUDIADO |
| 1 | DIVERSIDAD | A | Alta | 3 | |
| | | B | Media | 2 | |
| | | C | Homogénea | 1 | **2** |
| 2 | ABUNDANCIA | A | Alta | 3 | |
| | | B | Media | 2 | |
| | | C | Baja | 1 | **1** |
| 3 | DISTRIBUCIÓN | A | Amplia | 1 | |
| | | B | Regional | 2 | |
| | | C | Local | 3 | **2** |
| 4 | DENSIDAD | A | Alta | 3 | |
| | | B | Media | 2 | |
| | | C | Baja | 1 | **1** |
| 5 | DESPLAZAMIENTO | A | Activo | 3 | |
| | | B | Condicionado | 2 | |
| | | C | Impedido | 1 | **2** |
| 6 | ESTATUS ECOLÓGICO DE ESPECIES CRITICAS | A | Común | 1 | |
| | | B | Bajo protección especial | 2 | |
| | | C | Raras | 2 | |
| | | D | Amenazadas | 3 | |
| | | E | En peligro de extinción | 4 | |
| | | F | Endémicas | 3 | |
| | | G | Indeterminado | x | **1** |
| 7 | IMPORTANCIA DE ZONAS DE REPRODUCCIÓN, ANIDAMIENTO O REFUGIO | A | Estratégica | 4 | |
| | | B | No estratégica | 1 | **1** |
| 8 | IMPORTANCIA DE ESPECIES CRITICAS | A | Alto valor ecológico | 4 | |
| | | B | Importancia económica estratégica | 3 | |
| | | C | De gran valor sociocultural | 3 | |
| | | D | No determinada | 2 | **2** |
| SUBTOTAL | | | | | **12** |
| Valor máximo posible, según los parámetros medidos | | | | | 27 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros medidos | | | | | 9 |
| **ESTADO AMBIENTAL DEL FACTOR RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | **44.4** |

## Medio Socio-económico

| SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | FACTOR | CATEGORÍAS POSIBLES | | NIVEL DE PRIORIDAD (del servicio o infraestructura) PARA LA SOCIEDAD | NIVEL DE PERTINENCIA (del proyecto) | VALORACIÓN |
| 1 | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA | A | Vivienda | a) Inmediato | 4 | 4 |
| | | B | Agua | b) Corto plazo | 3 | 4 |
| | | C | Drenaje y alcantarillado | c) Mediano plazo | 2 | 4 |
| | | D | Energía y combustibles | d) Largo plazo | 1 | 4 |
| | | E | Comunicación | | | |
| | | F | Transportes | | | 4 |
| | | G | Sanidad y asistenciales | | | |
| | | H | Comercio | | | 4 |
| | | I | Educación, cultura, recreo | | | |
| | | J | Turismo | | | |
| | | | | | **SUBTOTAL** | **24** |
| | | | | | | |
| No. | FACTOR | SUB FACTORES | | INCIDENCIA DEL PROYECTO PARA LA SOCIEDAD | NIVEL DE PERTINENCIA (del proyecto) | VALORACIÓN |
| 2 | SOCIOCULTURAL | A | Aceptabilidad social del proyecto | Altamente favorable | 3 | 3 |
| | | B | Calidad de vida | Moderadamente favorable | 2 | 3 |
| | | C | Patrones inter-intra culturales | Favorable condicionado | 1 | 3 |
| | | D | Salud y seguridad | | | |
| | | E | Integración social | | | 3 |
| | | F | Patrimonio artístico, histórico-arqueológico | | | |
| 3 | POBLACIONAL Y ECONÓMICO | A | Patrón de poblamiento | | | 3 |
| | | B | Estructura poblacional | | | 3 |
| | | C | Migración | | | 2 |
| | | D | Economía regional y local | | | 3 |
| | | E | Empleo y mano de obra | | | 2 |
| | | F | Nivel de consumo | | | 1 |
| **SUBTOTAL** | | | | | | **26** |
| **TOTAL** | | | | | | 50 |
| Valor máximo posible, según los parámetros considerados | | | | | | 54 |
| Valor mínimo posible, según los parámetros considerados | | | | | | 16 |
| **PERTINENCIA SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL DEL PROYECTO RESPECTO A SU ÓPTIMO (%)** | | | | | | **92.6** |

De las tablas de valoración anteriores se puede obtener la relación porcentual del estado ambiental del factor respecto a su óptimo de cada uno de los componentes físico-químico y biótico de la Región Ecológica; así como la pertinencia socioeconómica y cultural del proyecto. El óptimo potencial de cada factor corresponde al valor máximo posible, según los parámetros medidos.

Los valores porcentuales respecto a su óptimo se obtienen por regla de tres:

**(Total o valor obtenido en la valoración) / (Valor máximo posible) * (100)**

Los criterios de valoración empleados para describir el escenario ambiental e identificar la interrelación de los componentes y de forma particular los puntos críticos de diagnóstico, fueron a través de su calidad. Este parámetro se considera útil especialmente para problemas de perturbación al suelo, aire y agua; pero también aplicables a la vegetación fauna y paisaje; y se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores normales establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros físico-químicos y biológicos como del índice global de ellos.

> Las tablas de valoración de los impactos ambientales permitieron conocer el estado actual de un factor dado, respecto a su estado "**óptimo potencial**".

Con el fin de conocer el estado de cada factor ambiental y su contribución a la calidad ambiental del sistema, se emplearon unidades homogéneas, es decir, debieron ser sustituidas las unidades de descripción de cada parámetro ambiental por los valores de una escala (semántica) de calidad ambiental.

La sumatoria de los valores asignados a los parámetros (Subtotal), representa apenas una proporción del valor máximo de los mismos (sumatoria de todos los valores máximos), lo cual indica que los factores no se encuentran en condiciones ambientales óptimas. Dicha proporción se denomina **"Estado Ambiental del Factor Respecto a su Óptimo (EAFRO)"**, y se muestra en la parte inferior de las tablas. Lo anterior podemos interpretarlo como el grado de acercamiento entre el estado actual del factor y el estado "óptimo" ambiental.

> La comparación de los **EAFROs** constituye una referencia aproximada del grado de contribución de cada factor a la calidad general del sistema. Lo anterior es el punto de inicio para la asignación de la importancia ambiental de cada factor, la cual deberá expresarse en unidades homogéneas y comparables (Unidades de Calidad Ambiental).

Para la asignación ponderada de Unidades de Calidad Ambiental (**UCA**s) se acepta el supuesto de que un sitio ambientalmente óptimo merece una asignación de 100 UCAs y que cualquier disminución a la calidad de sus factores ambientales pertenece la correspondiente disminución en UCAs para el o los factores implicados. Por lo tanto, la ponderación de las UCAs del factor depende de la contribución del mismo al estado general del sistema.
La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos en el inventario ambiental por factor.

Tabla 246 Tabla comparativa de EAFROs y su contribución respectiva al estado ambiental del sistema.

| TABLA COMPARATIVA DE EAFROs, POR FACTOR Y SU CONTRIBUCIÓN RESPECTIVA AL ESTADO AMBIENTAL DEL SISTEMA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MEDIO | FACTOR | EAFRO (en %) | % DE CONTRIBUCIÓN CON EL ESTADO AMBIENTAL GENERAL | UCA |
| FISICO QUIMICO | Suelo | 67.6 | 14.4 | 14.4 |
| | Agua | 66.7 | 14.2 | 14.2 |
| | Aire | 80.0 | 17.0 | 17.0 |
| | Paisaje | 56.3 | 11.9 | 11.9 |
| BIÓTICO | Vegetación | 63.5 | 13.5 | 13.5 |
| | Fauna | 44.4 | 9.4 | 9.4 |
| SOCIOECONÓMICO | Infraestructura y servicios | 92.6 | 19.7 | 19.7 |
| | Sociocultural | | | |
| | Población y economía | | | |
| | **TOTAL** | 471.1 | 100 | 100 |

EAFRO : Estado ambiental del factor respecto a su óptimo
UCA: unidad de calidad ambiental

*El medio socioeconómico se evalúa en función del nivel de prioridad del servicio o infraestructura, para la sociedad, y la incidencia del proyecto sobre el aspecto sociocultural, poblacional y económico.*

### III.4.1. CONDICIÓN AMBIENTAL ACTUAL DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

| | |
|---|---|
| El **AIRE** ocupa el primer lugar de contribución a la calidad ambiental; con un 17.0 %; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 80.0%. | Las mediciones de la calidad del aire se llevan a cabo por el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado, operado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable a través del Centro de Monitoreo de Calidad del Aire de Querétaro (CeMCAQ) ; en la zona metropolitana de Querétaro y San Juan del Río. No se tienen estaciones de monitoreo en la región por ello no se cuenta con referencias de la calidad ambiental en la Región Ecológica. El SINAICA es una serie de programas informáticos que permiten recabar, transmitir y publicar la información de calidad del aire que se genera en las estaciones de monitoreo ubicadas en las diversas entidades federativas que disponen de la infraestructura adecuada para tal tipo de medición. Consultando el portal del INECC tampoco se tiene información en la zona del proyecto. No obstante, la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda presenta una amplia superficie cubierta por vegetación forestal, razón por la cual es considerada un área clave para la regulación ambiental del estado de Querétaro.<br><br>La región ecológica se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y, aunque en su interior existen asentamientos humanos, no se desarrollan actividades industriales ni comerciales que generen emisiones contaminantes a la atmósfera. Esta condición favorece que la calidad del aire sea clasificada como excelente. En el área se encuentran prohibidas prácticas como la quema de residuos sólidos urbanos y de esquilmos agrícolas. Un número reducido de viviendas en la zona urbana continúa utilizando leña como combustible para la preparación de alimentos. En este contexto, las principales emisiones |

| | |
|---|---|
| | atmosféricas presentes en la Región Ecológica se asocian a la circulación vehicular.<br><br>La totalidad de la Región Ecológica se ubica en una zona A de "bajo" peligro por vientos; teniendo variaciones en la velocidad que van de 100 a 130 km/hr mayormente. Durante el periodo de evaluación los vientos que se llegaron a presentar en el sitio no rebasan los 38 km/h teniendo una velocidad promedio de 33.5 km/h; estos valores no son significativos en cuanto a erosión de suelos al interior de la Región Ecológica más si consideramos que gran parte de la microcuenca se encuentra cubierta por vegetación, o pavimentada en el área del desarrollo urbano y solo en las áreas de cultivo es más vulnerable a la erosión durante su preparación. Cabe señalar que estas velocidades son variables a través de las estaciones del año y que incrementa ante la presencia de un evento de precipitación que al humedecer la superficie evita la erosión eólica. Sin embargo, estas velocidades deben considerarse en las actividades que exponen suelos finos a la erosión eólica, debido a que la fuerza del viento es suficiente para el levantamiento de pequeñas partículas.<br><br>El proyecto se pretende en el margen del área urbana de Jalpan donde el aforo vehicular no es de tal magnitud que genere emisiones de contaminantes por la combustión de hidrocarburos; percibiéndose un aíre limpio. Además, en el estado de Querétaro se lleva a cabo la verificación vehicular para mantener las emisiones de los vehículos dentro de los parámetros establecidos.<br><br>En el sitio de construcción, la dirección y la velocidad del viento se mantienen prácticamente constantes a lo largo del año. Predomina la dirección del viento proveniente del este, correspondiente al sector donde se localiza el desarrollo urbano; en consecuencia, el flujo eólico se desplaza hacia la superficie forestal ubicada al poniente. Esta condición favorece que no se generen afectaciones directas a la población asentada en las colindancias del predio y contribuye a que la calidad ambiental se mantenga regulada de manera natural.<br><br>El aire se encuentra libre de olores, y de partículas en suspensión. Los ruidos percibidos son de intensidad normal a moderada. Por otra parte, la superficie propuesta se encuentra colindando con áreas de vegetación que regulan y mantienen la calidad del aire. |
| El **SUELO** con un 14.4%; su estado ambiental respecto a su óptimo se encuentra en el 67.6 %. | Dentro de la Región Ecológica se identifican tres tipos de suelo; no obstante, en el área del proyecto y su área de influencia directa predomina el suelo Cambisol cálcico asociado a Luvisol cálcico, con textura fina y fase física gravosa (Bk+Lk/3/G), el cual ocupa una porción significativa de la Región Ecológica. Estos suelos se caracterizan por ser jóvenes y de escaso desarrollo pedogenético, pudiendo presentarse bajo diversos tipos de cobertura vegetal, y se distinguen por la presencia de un horizonte subsuperficial muy delgado, dispuesto directamente sobre un estrato de tepetate. Durante los recorridos de campo se constató que la superficie propuesta se apoya sobre suelos con condiciones de estabilidad, al no observarse evidencias de agrietamientos, subsidencias ni procesos de deslizamiento.<br><br>La contribución del suelo a la calidad ambiental en el sitio de construcción está asociada a la presencia de cubierta forestal; no obstante, esta no se expresa en su potencial óptimo, debido a la compactación del suelo en las veredas de tránsito peatonal dentro del predio. Esta condición limita la infiltración del agua, favorece el |

| | |
|---|---|
| | escurrimiento superficial y propicia el desarrollo de procesos erosivos durante la temporada de lluvias.<br><br>Se tiene la tasa de erosión, dadas las condiciones actuales (cubierta con vegetación secundaria arbustiva de tipo selva baja caducifolia), de 113.151 ton por hectárea por año. La tasa de erosión en la superficie a la que se removerá la vegetación será de 309.084 toneladas de suelo al año.<br><br>Así mismo, en el sitio destinado a la construcción y en su área de influencia se identificó la presencia de residuos sólidos urbanos dispuestos de manera clandestina, los cuales incluyen agentes contaminantes que han afectado la calidad ambiental del área. La valoración del suelo se realizó con base en su susceptibilidad a procesos de erosión y a modificaciones en su estructura, considerando factores como la pendiente del terreno, la escasa profundidad edáfica, así como la textura y estructura del suelo. Adicionalmente, se prevé que en la superficie propuesta se lleve a cabo la remoción de la vegetación forestal existente. |
| El **AGUA** es el factor de la Región Ecológica que ocupa el tercer lugar de calidad ambiental con un 14.2%; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 66.7%. | El proyecto se ubica en la microcuenca Jalpan, unidad mínima de escurrimiento de la subcuenca Tampaón - Santa María, dentro de la cuenca hidrológica del Río Tamuín, perteneciente a la Región Hidrológica No. 26 Pánuco. Existen pocos aprovechamientos del agua subterránea, por lo tanto, el acuífero presenta disponibilidad. La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de 22,408.64 m3/año en las 2.7316 ha. El agua es considerada de buena calidad y apta para el riego.<br><br>Al interior de la Región Ecológica se localizan escurrimientos que descienden hacia el río Jalpan (escurrimiento principal), siendo en mayor cantidad los del lado poniente; son de tipo temporal debido a que solo drenan el agua de lluvia; además, debido a las condiciones de pendiente del terreno (relieve), existe un rápido desalojo de la precipitación en las laderas de la cuenca. El gasto y la permanencia del principal cuerpo de agua (río Jalpan) cambia sensiblemente volviéndose intermitente y es subutilizado, aunque es aprovechado promedio de canales en el regadío de la superficie agrícola.<br><br>En la RE afloran 6 manantiales los cuales se emplean para consumo y uso urbano. No existen pozos para la extracción de agua subterránea. El agua para consumo humano es abastecida por el sistema de agua potable operado por la CEA.<br><br>De acuerdo con los parámetros de calidad reportados para el río Jalpan, el agua tiene calidad para riego, debido a que aguas arriba recibe los efluentes de una planta de tratamiento de una localidad del municipio de Pinal de Amoles y aguas abajo, se descargan los efluentes de la PTAR de Jalpan dentro de la microcuenca.<br><br>La superficie del proyecto no interfiere con escurrimientos ni zonas federales. El sitio de construcción se mantendrá alejado del escurrimiento que aguas abajo intercepta con el área urbana, recibiendo a su paso los aportes de las aguas captadas en vialidades de las colonias en su trayectoria hacia el río Jalpan. |
| La **VEGETACIÓN** es el cuarto factor que contribuye con el 13.5% a la calidad ambiental general del ecosistema; su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 63.5%. | La RE cubre una superficie total de 3,069.25 hectáreas; se destina para varios usos. Los ecosistemas forestales comprenden el 70.84% de la superficie del SA; los tipos de vegetación son Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Selva baja caducifolia y Vegetación secundaria arbustiva Selva baja caducifolia; esta última cubre el 36.04% de la superficie la RE y se localiza del centro hacia el poniente de la microcuenca. La superficie del proyecto se localiza en este tipo |

| | |
|---|---|
| | de vegetación dentro de los limites contemplados para el desarrollo urbano.<br><br>La superficie forestal de la microcuenca, condicionada por las restricciones propias del Área Natural Protegida y por la baja rentabilidad asociada a la obtención de permisos de aprovechamiento forestal sustentable, es utilizada de manera limitada por algunos pobladores, principalmente para la extracción de leña. No obstante, esta superficie presenta un grado de fragmentación derivado de la expansión de actividades agrícolas en las proximidades de los asentamientos humanos. El impacto antropogénico es observable principalmente en las zonas colindantes a dichas áreas, mientras que la cobertura forestal se conserva en mejores condiciones en los sectores de menor accesibilidad.<br><br>En la caracterización del sitio propuesto, se identifica que las colindancias al norte, este y noroeste corresponden a usos de suelo urbanos, mientras que al sur y suroeste predominan usos forestales. La superficie destinada a la construcción presenta cobertura forestal; sin embargo, la condición actual del área es de degradación debido a impactos antrópicos en su interior, principalmente asociados a actividades de tala ilegal, presencia de residuos sólidos y tránsito frecuente de personas. La vegetación se caracteriza por una baja diversidad de especies.<br><br>Su estado ambiental respecto a su optimo se debe a que puntualmente la vegetación no presenta características únicas; los ejemplares vegetales en la superficie propuesta mayormente son de porte arbustivo y con presencia de algunas especies indicadoras de disturbio; esto como consecuencia del impacto descrito. Además, todas las especies (arbóreas, arbustivas, herbáceas) encontradas en la superficie del proyecto, se encuentran bien representadas en la superficie forestal de la Región Ecológica y no se localizan en la superficie de afectación, especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. |
| La **FAUNA** ocupa el penúltimo lugar; contribuye con un 9.4% a la calidad ambiental general del ecosistema; y su estado ambiental respecto a su optimo se encuentra en el 44.4%. | Al ubicarse la Región Ecológica al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda se presume un variado número de especies faunísticas. En el área de influencia directa al proyecto, por las condiciones de perturbación ante la existencia del área urbana y asentamientos humanos (con actividades agrícolas y ganaderas) la fauna dentro del predio propuesto es escasa, compuesta básicamente de mamíferos pequeños, reptiles y aves.<br><br>La RE se emplea como ruta de desplazamiento de aves hacia la Presa Jalpan que sirve de refugio y descanso para las especies migratorias neo tropicales. La fauna silvestre dispone de superficies con cubierta forestal densa poco accesible y poco aptas para las actividades humanas, por lo que en dichas zonas puede presentar una mayor densidad y diversidad de especies. Su bajo valor de contribución a la calidad de la Región Ecológica se debe a que puntualmente la superficie propuesta para la construcción se encuentra en el margen del área urbana con la que limita al norte, noroeste y este. Por lo tanto, estas condiciones limitan considerablemente la presencia y el paso de la fauna, debido a que fácilmente se asustan con la presencia humana, de especies domésticas (gatos y perros), el ruido y tránsito vehicular; haciendo que el área del proyecto presente únicamente especies menores y aves mejor adaptadas a las condiciones de perturbación.<br><br>Debido a las condiciones del sitio se prevé una baja la probabilidad de tránsito de especies de fauna en la superficie de construcción, salvo el avistamiento de algunas aves que sobrevuelan el área, por lo que la |

| | |
|---|---|
| | afectación a las especies catalogas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es poco probable. Durante el inventario de fauna silvestre fueron pocas las especies registradas para el grupo de aves y muy bajo el registro de mamíferos y reptiles.<br><br>El predio colinda con el área urbana en sus límites norte, noroeste y este, el sitio de construcción no reviste relevancia como corredor o ruta de migración para la fauna silvestre, ya que la urbanización existente actúa como una barrera física y funcional para su desplazamiento. En consecuencia, la fauna tiende a mantenerse alejada de estos bordes urbanizados y, por ende, del predio propuesto, en respuesta a los impactos asociados a dichas áreas. |
| El **PAISAJE** también con un 11.9% es el factor que ocupa el penúltimo lugar de contribución a la Región Ecológica; dado que el estado actual del factor respecto a su optimo se encuentra en el 56.3 % | Es un elemento o factor ambiental que aglutina toda una serie de características del medio físico y geográfico. En la mayor parte de los paisajes el hombre forma parte de esa interacción. El relieve y la vegetación han sido los factores que más contribuyen a la configuración de un paisaje natural, porque son los elementos más fácilmente percibidos. Debido a la ubicación del proyecto al interior del ANP con categoría de Reserva de la Biosfera, la vegetación forestal dentro de la microcuenca mantiene una continuidad en su cobertura. Prácticamente desde cualquier punto elevado donde pueda observarse parte de la microcuenca, la calidad paisajística es agradable al observador.<br><br>El proyecto, aunque se localiza en un sitio topográficamente elevado, presenta una porción de su superficie dispuesta sobre una ladera. En su área de influencia directa, hacia los sectores norte, noroeste y este, colinda con el desarrollo urbano existente y con un camino, lo cual condiciona los ángulos visuales y determina un entorno predominantemente influenciado por la traza urbana. En consecuencia, estas colindancias limitan la apreciación del paisaje natural en dichas direcciones y generan un contraste evidente entre el componente urbano y el medio natural. No obstante, debe considerarse que el uso proyectado del sitio corresponde a un proceso de urbanización orientado al establecimiento progresivo de viviendas.<br><br>El sitio propuesto ha perdido en gran medida sus características originales. La alteración de la vegetación, junto con la presencia de veredas angostas generadas por el tránsito recurrente de personas, ha favorecido procesos de deterioro y ha reducido su condición de naturalidad. En consecuencia, los elementos estéticos del paisaje no pueden considerarse singulares, relevantes ni de valor ecológico significativo. Adicionalmente, el área es utilizada de manera recurrente para la extracción clandestina de postes y leña. No obstante, dentro del área urbana aún se conservan superficies arboladas, tanto en espacios destinados a áreas verdes como al interior de los lotes. |
| En el **MEDIO SOCIO ECONÓMICO** el desarrollo del proyecto tendría un aporte del 19.7% de contribución, su estado ambiental respecto a su optimo es del 92.6%. | El proyecto se localiza en el área contemplada para el crecimiento urbano conforme al PDUCPJS; en un predio que al momento se considera un vacío urbano, porque no se encuentra ocupado con el destino que tiene asignado (Habitacional H2); el cual colinda en dos de sus lados con el área urbana.<br><br>Debido a su ubicación, se cuenta con vías de comunicación suficientes para el acceso y en condiciones para el transporte de materiales de construcción y el acarreo de los residuos generados por el proyecto hacia los sitios de disposición final, así como el tránsito vehicular cuando se encuentre en operación.<br><br>El proyecto es ampliamente favorable para la concentración de la población debido a la disponibilidad de espacios y la factibilidad de los servicios públicos necesarios para la operación y bienestar de su |

| | |
|---|---|
| | población evitando impactos que se ocasionan en áreas no propicias para el desarrollo urbano por la carencia de los servicios básicos como el tratamiento de las aguas residuales sanitarias.<br><br>Debido a la inclusión del sitio propuesto en el área urbana, se cuenta con la red de suministro eléctrico cercano al predio propuesto. Así mismo, el servicio de agua potable y drenaje sanitario en puntos de conexión con capacidad suficiente sobre el acceso principal evitando la construcción de obras de cabecera como cárcamos o colectores adicionales. Con el desarrollo del proyecto se introducirá la infraestructura para la provisión de los servicios básicos: Agua, Luz y Drenaje sanitario, así mismo se dispondrá de áreas verdes. Así mismo, se cuenta con la infraestructura necesaria y suficiente para el manejo de residuos sólidos urbanos derivados de la construcción, operación y mantenimiento.<br><br>En la superficie propuesta para el proyecto no se llevan a cabo actividades económicas del sector primario o secundario; la infraestructura del sector comercio es suficiente para cubrir las demandas del proyecto y de la población.<br><br>Es altamente favorable la aceptabilidad del proyecto debido al fortalecimiento de la economía ya que, además de brindar la oportunidad para adquirir un lote en el área concentradora de servicios; se fomenta la generación de empleos y la demanda esperada de materiales y servicios derivados de la construcción de la infraestructura de servicios, pero además por la construcción progresiva de viviendas en el mediano plazo, propiciando una derrama económica y un patrón de consumo local y regional que beneficie la calidad de vida de la población jalpense.<br><br>Para los habitantes del municipio de Jalpan la ejecución del proyecto mejorará muchos aspectos sociales, la competitividad, la derrama económica y el mejoramiento de la calidad de vida.<br><br>Para el municipio la creación del proyecto implica la provisión de los servicios como limpia municipal y el tratamiento de las aguas sanitarias descargadas en el colector municipal; sin embargo, la infraestructura municipal tiene capacidad para brindar los servicios. Las vialidades serán donadas al municipio además de áreas verdes. Una vez donadas el municipio podrá llevar a cabo el cobro de predial correspondiente a cada lote. |

### *III.4.2.* PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

La problemática ambiental identificada se determinó con base en el análisis de los estudios de Ordenamiento Ecológico a nivel local, así como del Estudio Técnico Justificativo presentado para el desarrollo del presente proyecto. Derivado de ello, se realizó un análisis integral mediante el registro de la presencia o ausencia de variables y atributos ambientales, mismos que funcionan como indicadores de la calidad ambiental y permiten definir el nivel de aprovechamiento dentro de la Región Ecológica.

Como resultado de dicho análisis, se identificaron las siguientes problemáticas:

- Cambio de uso de suelo realizado de manera irregular.
- Expansión irregular de la mancha urbana sobre áreas con cobertura forestal.
- Procesos de deforestación.
- Presencia de procesos erosivos en los suelos.
- Manejo inadecuado de los residuos sólidos y deficiente separación de los mismos.
- Escasa cultura ambiental.

A continuación, se describen de forma puntual las distintas problemáticas de la RE y el estatus en el que se encuentran.

Estado de conservación del suelo en la microcuenca En gran parte de la microcuenca, particularmente en los sectores nororiente y surponiente, el mapa de grados de erosión indica la ausencia de procesos erosivos evidentes; en la zona media el grado de erosión es clasificado como **leve**. El agente dominante asociado a los procesos erosivos es la precipitación pluvial; la erosión en la microcuenca corresponde a un proceso de origen hídrico, manifestado principalmente como erosión de tipo laminar.

Erosión total en la Región Ecológica
Para obtener la erosión total en la Región Ecológica debido a los dos factores principales, hídrica y eólica, se suman los resultados obtenidos en cada proceso. Los resultados se muestran a continuación:

- **EROSIÓN HÍDRICA:** 596,716.88 tn
- **EROSIÓN EÓLICA:** 26,600.06 tn
- **EROSIÓN TOTAL:** 623,316.94 tn

Dando un total de pérdida de suelo de 623,316.94 toneladas al año y un promedio **101.ton/ha/año.**

Estado de conservación de la vegetación en la RE

Un parámetro importante al momento de describir la vegetación, es el estado de conservación que presenta la misma, siendo esta variable la que identifica el grado de perturbación de la cubierta vegetal natural. Cabe mencionar que las superficies de uso urbano no son consideradas en esta variable debido que dentro de sus superficies ya ha sido removida la vegetación.

A continuación, se muestran las superficies y porcentajes del estado de conservación de la vegetación en la Región Ecológica.

- ***Estado de vegetación secundario:*** 1,105.25 ha, representando el 50.87% de la superficie de la RE
- ***Estado de vegetación primario:*** 1,067.44 ha, representando el 49.13% de la superficie de la RE

Para el presente caso de estudio, la vegetación secundaria representa el mayor porcentaje de superficie con respecto a la vegetación de tipo primario.

Riesgo de las especies de vegetación presentes en la RE

Una vez realizada la verificación de cada una de las especies encontradas en la Región Ecológica en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se concluye que **No hay especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Estado de conservación y riesgo de las especies de fauna presentes en la zona de estudio

De la fauna registrada durante el inventario en la superficie del predio y su zona de influencia directa (SA); **No se encontró especie alguna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, deduciendo que de acuerdo con las características del sitio solo se constituye en una ruta de paso para las especies faunísticas adaptadas al disturbio y que se benefician de las actividades humanas.

Por lo tanto, se descarta la posibilidad de afectación directa a las especies en algún estatus de conservación; sin embargo, se llevará a cabo un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y especial atención a los organismos que se encuentren listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y medidas adicionales como el control de emisiones de ruido y ajuste de jornadas laborales que se describen párrafos subsecuentes, debido a que se tienen registrados en el PM especies catalogadas, con potencial distribución en la RE.

*Tabla 247 Incidencias del proyecto*

| Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI | | | |
|---|---|---|---|
| **Incidencia** | **Elemento del Proyecto que incide** | **Superficie de incidencia** | **% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto** |
| **Uso de Suelo y Vegetación** | Cambio de uso de suelo en vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 2.7316 ha | 0.0890% |
| **Áreas de importancia ambiental ANP** | Remoción de vegetación en terrenos forestales | 2.7316 ha | 0.0007% |
| **Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)** | Remoción de vegetación en terrenos forestales | 2.7316 ha | 0.0007% |
| **Región Hidrológica Prioritaria** | Remoción de vegetación en terrenos forestales | 2.7316 ha | 0.0000% |
| **Región terrestre prioritaria** | Remoción de vegetación en terrenos forestales | 2.7316 ha | 0.0003% |
| **Corrientes y cuerpos de agua** | Delimitación de la franja de protección | 0.1942 ha | 0.6697% |
| **Ecosistemas relevantes** | | | |
| **Otro (especificar)** | | | |
| **[10]ANP, ADVC, sitio Ramsar, humedal, manglar, Área de Importancia para la Conservación de las Aves, Regiones prioritarias, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, entre otras. Agregar las filas que sean necesarias.** | | | |

# CAPITULO IV - . IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

## IV.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impacto ambiental, se entiende como un proceso de análisis que 2anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados.

La identificación y evaluación del impacto ambiental, es una etapa crítica de la MIA y su elaboración consiste; por un lado, en la valoración de la calidad ambiental del sitio donde se proyectan las obras (realizado en el capítulo anterior); y por el otro, en la determinación del daño o beneficio que cada actividad ejerce sobre los factores del ambiente.

En este capítulo se identifican y evalúan de manera estricta los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas del proyecto. Para tal efecto se interrelacionan las actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto. La metodología empleada es la **Matriz ponderada.**

### IV.1.1. JUSTIFICACIÓN

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de **impactos ambientales**. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes: físico-químico, biológico y socio-económico (presentados en el capítulo anterior), y las actividades que se desarrollarán en la fase de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

En este sentido, para la identificación de los impactos ambientales y sociales, se ha optado por tablas de interacción (aspecto – componente), y para su correspondiente evaluación se emplearon criterios. Todo ello converge a que la aplicación metodológica sugiere: por una parte, indicadores de los sistemas ecológicos naturales, y por otra parte las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

### IV.1.2. INDICADORES DE IMPACTO

La selección de los factores ambientales y de las acciones de la obra conducen a identificar los posibles impactos ambientales y para evaluar estos se tienen los indicadores. El **Indicador de Impacto Ambiental** es el factor ambiental cuyo cambio proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible en el cuantitativo.

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de comparar alternativas que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que recibe. También para estimar los impactos del proyecto permitiendo cuantificar la magnitud de sus alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto. Para la definición de estos factores se consideran los siguientes criterios:

a) Ser representativos del entorno afectado
b) Ser relevantes (portadores de información sobre la importancia y magnitud del impacto)
c) Ser excluyentes
d) De fácil identificación
e) De fácil localización
f) Susceptibles de ser cuantificados
g) Prever la legislación y las exigencias administrativas

### IV.1.3. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

Los factores ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto, son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

1) Calidad del aire
2) Ruidos y vibraciones
3) Agua (Hidrología superficial y/o subterránea)
4) Suelo
5) Vegetación terrestre
6) Fauna
7) Paisaje
8) Infraestructura y servicios
9) Factores socio-económicos

Los aspectos a los que hace alusión la metodología se refieren a las **actividades del proyecto** y se indican por componente ambiental en las tablas de valoración.

Para la identificación de los impactos ambientales y sociales se han determinado las fuentes de cambio (acciones del proyecto) es decir: aquellas actividades que se desarrollarán durante el periodo de ejecución del proyecto y que pudieran afectar ala Región Ecológica. Así mismo se identifican los principales (aspectos ambientales) que generaran esos impactos; es decir: establecer las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio y, finalmente analizar los efectos globales en la estructura y funcionamiento de la Región Ecológica. Para esto, se realizó el examen detallado de cada una de las actividades asociadas con la ejecución del proyecto y sus características, de modo que pudieran determinarse las acciones particulares con potencialidad para generar impactos.

Se excluyeron de esta valoración aquellas actividades propuestas como medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos, debido a que son valoradas posteriormente para incorporarlas a la matriz a fin de ponderar los impactos negativos generados por el proyecto y el impacto positivo que generan estas medidas. Al respecto, las principales acciones del proyecto potenciales generadoras de impactos, son las que se indican en la tabla siguiente.

*Tabla 248 Acciones del proyecto a valorar*

| ***Etapa*** | ***Acciones (obras y actividades del proyecto)*** |
|---|---|
| **Preparación del sitio** | Desmonte (CUSTF)<br>Trazo y Despalme |
| **Construcción** | Corte y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable<br>Electrificación<br>Construcción progresiva de viviendas<br>Pavimentación de calles<br>Acondicionamiento de áreas verdes |
| **Operación y mantenimiento** | Circulación vehicular y peatonal<br>Consumo de electricidad<br>Consumo de agua potable<br>Descarga de aguas residuales sanitarias<br>Generación de residuos sólidos urbanos<br>Mantenimiento de servicios y espacios urbanos |

Se contemplaron en la tabla de valoración todas las actividades generadoras de impactos, tomando en consideración las particularidades del proceso constructivo de cada una ellas a fin de evaluar las afectaciones a cada componente ambiental.

De forma simultánea durante la etapa de preparación del sitio, conforme a la metodología descrita en sus programas respectivos, se llevarán a cabo las siguientes actividades para prevenir y mitigar los impactos generados por la actividad; por lo tanto, el carácter del impacto que generan es positivo:

a) Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
b) Rescate y reubicación de flora
c) Obras de conservación de suelos
d) Reforestación

La forma como interaccionan, se aborda en la descripción de las *Actividades del proyecto* y se incluyen en la valoración de las medidas propuestas para mitigar los impactos generados por el proyecto.

En la preparación del sitio se llevan a cabo las actividades de cambio de uso del suelo, desmonte y despalme. Contemplando la instalación de la infraestructura provisional como medidas de prevención (sanitarios, contenedores).

Para la apertura de vialidades se consideró dividirla en dos actividades: 1) Corte y acarreos en apertura de vialidades y 2) Nivelación y compactación de vialidades; ya que en ella se emplea maquinaria suficiente y tiempos de obra considerables, se ejecutarán en gran parte de la superficie del proyecto.

Para la infraestructura de servicios como son: red de agua potable, de drenaje sanitario, y la electrificación, los impactos que estas tres actividades generan a cada uno de los componentes ambientales fueron considerados en la valoración tomando en cuenta del proceso constructivo.

En la construcción progresiva de viviendas se contempla del desarrollo de la obra civil y la conexión a los servicios municipales, indispensables para que la vivienda pueda ser habitada; es una actividad que no conlleva a la generación de impactos distintos a los que se evalúan en la construcción de viviendas.

En la pavimentación de calles se contempla el afine de la superficie, la cimbra y colado de guarniciones; el colado de las banquetas en los márgenes de la vialidad; el acarreo y colocación de arena para sentar la piedra bola, el relleno de juntas con choy y la construcción de huellas de concreto en la calzada.

El acondicionamiento de áreas verdes se lleva a cabo de manera no tan intensa para mejorar las condiciones del arbolado, poda de saneamiento, eliminación de ramas o arbolado muerto, limpieza, replante; tomando en cuenta que las áreas verdes en las zonas habitadas tienen funciones específicas para la recreación y esparcimiento de los habitantes.

Para la etapa de operación y mantenimiento se evaluaron cada una de las actividades contempladas en el PGT.

*Tabla 249 Actividades del proyecto a valorar*

| Etapa | Actividades del proyecto a valorar | Descripción de forma de realización |
|---|---|---|
| **Preparación del sitio** | Desmonte (CUSTF) | Derribo, desrame, troceo, cegado de arbustos y herbáceas, carga y acarreo de residuos. |
| | Trazo y Despalme | Delimitación de las manzanas y lotes con estacado y cal y retiro del mantillo mediante el corte, carga y acarreos. |
| **Construcción** | Corte y acarreos en apertura de vialidades | Corte de material hasta nivel de proyecto, carga y acarreos internos y hacia banco de tiro (excedentes) |
| | Nivelación y compactación de vialidades | Extendido y nivelación de material con moto formadora y compactación por capas hasta nivel de rasante. |
| | Red de drenaje sanitario | Excavación, colocación de tubería, construcción de pozos de visita, relleno y compactación de zanjas. |
| | Red de agua potable | Excavación, colocación de tubería, construcción de cajas de válvulas, relleno y compactación de zanjas (incluye pruebas de hermeticidad). |
| | Electrificación | Excavación de cepas, hincado de postes, vestiduras (herrajes, aislantes, cable) y retenidas. |
| | Construcción progresiva de viviendas | Excavación para cimentaciones, obra civil, acabados, conexión a servicios. |
| | Pavimentación de calles y banquetas | Afine se superficies, cimbrado y descimbrado, preparación de superficies, suministro y colocación de piedra bola, relleno de juntas con choy; concreto en entrecalles y banquetas. |
| | Acondicionamiento de áreas verdes | Chapoleo, poda de saneamiento, replante, mejoramiento del área. |
| **Operación y mantenimiento** | Circulación vehicular y peatonal | Tránsito de vehículos y peatones al interior del fraccionamiento. |
| | Consumo de electricidad | Uso del servicio eléctrico en viviendas y alumbrado público. |
| | Consumo de agua potable | Uso del servicio de agua potable en las viviendas |
| | Descarga de aguas residuales sanitarias | Descarga de aguas residuales al sistema colector municipal para su conducción y tratamiento en la PTAR municipal |
| | Generación de residuos sólidos urbanos | Entrega separada de residuos sólidos (generados en las viviendas y mantenimiento de calles) al servicio de limpia municipal. |
| | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | Mantenimiento de áreas verdes, limpieza de calles. |

Las obras de mitigación de los impactos se proyectaron en el PGT para indicar que serán realizadas durante la etapa de construcción del proyecto, pero estas actividades al generar impactos positivos y compensar los impactos negativos del proyecto, fueron valoradas en el apartado de medidas de mitigación.

## IV.2. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Con base en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA); herramienta que pretende contribuir a garantizar el acceso a información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil; señalada en la estrategia 5.5 del PROMARNAT, con el fin de que las y los usuarios puedan tener un panorama de la ubicación de su proyecto dentro del contexto ambiental respecto a los instrumentos de planeación ambiental, proporcionándole información cartográfica y un análisis especial; para identificar las incidencias de un proyecto con áreas de importancia ambiental.

*Tabla 250 Obras y actividades que se relacionan con el proyecto*

| Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto | | | |
|---|---|---|---|
| Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto | Componente ambiental impactado | Impacto ambiental | Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos) |
| TIENDA DE AUTOSRVICIO MI BODEGA AURRERA JALPAN CENTRO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | | Generación de residuos sólidos | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por acumulación de residuos |
| | Agua | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales |
| | Aire | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales, emisión de partículas y malos olores |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos por<br>+Cambio en la imagen visual del entorno<br>+Sustitución de vegetación o suelo natural por infraestructura<br>+Incremento de elementos artificiales<br>+Impacto visual por anuncios y luminarias<br>+Modificación de la percepción escénica local |

| | | | |
|---|---|---|---|
| MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA FEDERAL 69 JALPAN DE SERRA-RÍO VERDE, SUBTRAMO DEL KM 0+000 AL KM 15+000, EN LOS MUNICIPIOS DE JALPAN DE SERRA Y ARROYO SECO, ESTADO DE QUERÉTARO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Regional (abarca más de un municipio)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | | Residuos sólidos | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por acumulación de residuos |
| | Agua | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales |
| | Aire | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales, emisión de partículas y malos olores |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| SISTEMA DE AGUA POTABLE AYUTLA SEGUNDA ETAPA, EN LOS MUNICIPIOS DE ARROYO SECO Y JALPAN DE SERRA, QUERETARO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | Agua | Sobre explotación del acuífero | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Regional<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | | Pérdida de agua porfugas | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Puntual<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | | Contaminación por mantenimiento | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Puntual<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| CONSTRUCCION DEL DRENAJE SANITARIO EN LA COL. LA CRUZ, EN EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA. | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | | Excavación y compactación | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Temporal<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | | Saturación y contaminación | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Temporal |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | del suelo por fugas | Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | Agua | Riesgo de infiltración de aguas residuales por fracturas o fugas en tuberías y pozos de visita. | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua/Permamente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | | Contaminación por mantenimiento | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Puntual<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual por la remoción de vegetación | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Temporal<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| CONSTRUCCION DE RASTRO REGIONAL TIPO TIF EN EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA QUERETARO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos |
| | | Saturación y contaminación del suelo por lixiviados | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Temporal/Permanente<br>Extensión: Puntual (a nivel de proyecto)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | Agua | Riesgo de infiltración de aguas residuales por fracturas o fugas en en el sistema de drenaje de los lixiviados | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua/Permamente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | | Contaminación por mantenimiento de la infraestructura | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Puntual<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual por presencia de la infraestructura sanitaria | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| MODERNIZACION DE LA CARRETERA FEDERAL 120 SAN JUAN DEL RIO-XILITLA, SUBTRAMO DEL KM 180+000 AL KM 195+000, EN EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA, ESTADO DE QUERETARO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Regional (abarca más de un municipio)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | | Generación de residuos sólidos | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | Agua | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Aire | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales, emisión de partículas y malos olores |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |
| CONSTRUCCION DE VIALIDAD AMPLIACION ALCANTARILLAS, MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA, QUERETARO | Suelo | Cambio de uso de suelo | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Regional (abarca más de un municipio)<br>Intensidad: Alta<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | | Generación de residuos sólidos | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos |
| | Agua | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales |
| | Aire | | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Continua<br>Extensión: Local (a nivel de microcuenca)<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos e indirectos por contaminación de aguas superficiales, emisión de partículas y malos olores |
| | Paisaje | Alteración de la calidad visual | Tipo de impacto: Negativo<br>Duración: Permanente<br>Extensión: Local<br>Intensidad: Moderada<br>Efectos: Directos |

## IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

### IV.3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Para la preparación del sitio y construcción se considera el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; corte, excavaciones y acareo de materiales; uso de maquinaria, equipos, personal, herramientas, materiales de construcción e insumos como combustibles y agua.

Durante la fase de operación se contempla la construcción paulatina de viviendas, así como el consumo de agua y energía eléctrica, la circulación vehicular y peatonal al interior del fraccionamiento, la generación de residuos sólidos, la descarga de aguas residuales a la red sanitaria; el mantenimiento a las calles, los servicios y áreas verdes; las cuales a excepción de la construcción de viviendas, serán atendidas por el fraccionador y posteriormente por el Municipio tras la entrega recepción. No se contempla una fase de desmantelamiento y abandono, solo el abandono temporal con el retiro de maquinaria, contenedores de residuos, bodega, sanitario; Estas actividades no generarán cambios significativos que se traduzcan en impactos ambientales negativos, más bien, son beneficiosos.

A efecto de calificar la relevancia de las actividades del proyecto, potenciales, generadoras de impactos; se realizó previamente la caracterización y diagnóstico del área de estudio; se reconocieron los factores ambientales susceptibles de alteración y sus interacciones con las actividades del proyecto. Los **aspectos ambientales** relevantes considerados en la Evaluación, por componente ambiental son los siguientes:

*Tabla 251 Identificación de los impactos ambientales potenciales a generarse durante cada una de las actividades del proyecto, para cada componente susceptible de ser afectado.*

| MEDIO / FACTOR AMBIENTAL | IMPACTOS IDENTIFICADOS / ACTIVIDADES DEL PROYECTO | Desmonte (CUSTF) | Trazo y Despalme | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Nivelación y compactación de vialidades | Red de drenaje sanitario | Red de agua potable | Electrificación | Construcción progresiva de viviendas | Pavimentación de calles | Acondicionamiento de áreas verdes | Circulación vehicular y peatonal | Consumo de electricidad | Consumo de agua potable | Descarga de aguas residuales sanitarias | Generación de residuos sólidos urbanos | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medio Físico-químico: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Suelo** | Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación) | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | ● |
| | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | ● |
| | Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | ● | ● | ● |
| | Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | | | | | ● |
| **Agua (hidrología** | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **superficial y/o subterránea)** | Cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | ● | ● | |
| | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | |
| | Cambios en la calidad por aporte de sedimentos (turbidez) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | | | ● |
| **Aire (calidad del aire)** | Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | ● |
| | Incremento de emisiones de material particulado (polvo) | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | ● |
| | Incremento de niveles de ruido y vibraciones | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | ● |
| | Cambios en la dirección y velocidad del viento | ● | | | | | | | ● | | | | | | | | |
| **Paisaje** | Cambios en la naturalidad (por cortes y/o presencia de infraestructura permanente) | | | ● | | | | ● | ● | ● | | | | | | | |
| | Interrupción de la naturalidad por el tránsito constante de vehículos | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | |
| | Cambios en la naturalidad por presencia de residuos sólidos dispersos | ● | ● | | | ● | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | |
| | Cambios en la naturalidad (por concentración de personal, maquinaria y materiales de construcción) | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | | ● |
| Medio biótico | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Vegetación** | Disturbio de la vegetación por contaminantes atmosféricos (polvo) | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | | |
| | Eliminación o reducción de la cubierta vegetal | ● | ● | | | | | | ● | | ● | | | | | | ● |
| | Cambios en patrones de distribución y poblamiento | ● | ● | | | | | | ● | | | | | | | | ● |
| | Cambios en la diversidad y conservación de las especies | ● | ● | | | | | | ● | | ● | | | | | | ● |
| **Fauna** | Cambios en la migración y comportamiento de las especies | ● | ● | | | | | | ● | | ● | | | | | | ● |
| | Predisposición a la caza, saqueo, atropellamiento o muerte de animales | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | | | | |
| | Molestias por la generación de ruido y vibraciones | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | ● |
| | Modificación del hábitat | ● | ● | | | | | | | | ● | | | | | | ● |
| Infraestructura y servicios | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Infraestructura y servicios** | Ocupación de vacíos urbanos / optimización de espacios y servicios disponibles | | | | | | | | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Obstrucción y/o daño a la infraestructura en la ruta del proyecto | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | | |
| | Incremento de infraestructura y servicios | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | |
| | Rutas, bienes y servicios alternos | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | |
| Socio económico | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Socio económico** | Generación de empleos | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● |
| | Derrama económica por la provisión de servicios locales | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | |
| | Intermitencia o desabasto del servicio por incremento de usuarios | | | | | | | | | | | | ● | ● | | | |
| | Uso o aprovechamiento inadecuado de recursos disponibles | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | |
| | Molestias a la población por la generación de ruidos, gases de la combustión y polvo | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | ● |

En total el análisis aportó la posibilidad de ocurrencia de **246** interacciones o impactos potenciales de las 16 actividades identificadas para los 8 indicadores o componentes ambientales seleccionados. Se valoraron para determinar la intensidad del impacto y el carácter beneficioso o perjudicial de cada uno de ellos.

Las 246 interacciones en las etapas del proyecto se distribuyen de la siguiente manera:

| Etapa del proyecto | Interacciones |
|---|---|
| Preparación del sitio | 42 |
| Construcción | 158 |
| Operación y Mantenimiento | 46 |
| Desmantelamiento y abandono | 0 |
| **TOTAL** | **246** |

**No habrá una etapa de desmantelamiento y abandono definitivo**, dado que el proyecto se trata de una urbanización para la construcción de viviendas unifamiliares, que constituirán el patrimonio permanente de las familias. No se contempla que se lleve a cabo su desmantelamiento toda vez que la realización del proyecto busca cumplir con las regulaciones necesarias a fin de evitar sanciones administrativas que deriven en la obligación de demoler y restaurar el sitio.

Una vez determinados los aspectos (fuentes de cambio), en las tablas de valoración de la **Matriz Ponderada**, interrelacionados con los factores ambientales de los medios Físico-químico, Biológico y Socio-económico se procede a la valoración identificando los impactos positivos y negativos que podrían ser generados por el proyecto, utilizando los siguientes criterios y metodología de valoración.

### IV.3.2. CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El valor del impacto dependerá de la cantidad y calidad del factor afectado, de la importancia o contribución de este a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la afectación y características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen. Los criterios empleados en la evaluación en los factores fueron de acuerdo a los siguientes atributos:

| **Signo** | Positivo<br>Negativo | |
|---|---|---|
| **Intensidad** | Baja<br>Media<br>Alta<br>Muy alta<br>Total | 1<br>2<br>4<br>8<br>12 |
| **Extensión** | Puntual<br>Parcial<br>Extenso<br>Total | 1<br>2<br>4<br>8 |
| **Persistencia** | Fugaz<br>Temporal<br>Permanente | 1<br>2<br>4 |
| **Efecto** | Indirecto | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| | Secundario | 4 |
| **Periodicidad** | Regular<br>Periódico<br>Continuo | 1<br>2<br>4 |
| **Recuperabilidad** | Recuperable inmediatamente<br>Recuperable a mediano plazo<br>Mitigable<br>Irrecuperable | 1<br>2<br>4<br>8 |

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno, expresada en Unidades de Importancia (UIP) teniendo en cuenta los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes del ecosistema. El impacto que el proyecto produce sobre un factor determinado es función tanto de su magnitud como de su importancia.

Importancia del impacto: trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada acción sobre un factor en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

$$I = \pm (3I + 2EX + PE + EF + PR + MC)$$

Dónde:
I: importancia del impacto
±: signo del impacto
3I: valor de la intensidad del impacto multiplicado por tres
2EX: valor de la extensión del impacto multiplicado por dos
PE: persistencia
EF: efecto
PR: periodicidad
MC: recuperabilidad (no aplica para impactos positivos).

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos, los valores que se obtienen varían entre 9 y 72. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como:

| | |
|---|---|
| | Irrelevante (9 ≤ 20) |
| | Moderado (21 ≤ 40) |
| | Severo (41 ≤ 60) |
| | Crítico (61 ≤ 72) |

En los cuadros siguientes se muestran los valores de impacto otorgados a cada uno de los factores del medio físico-químico, biótico y socioeconómico; en sus diferentes atributos. En la columna final de cada cuadro se muestra el valor del aporte que tiene el impacto por cada una de las actividades contempladas en el proyecto.

### *IV.3.2.1. Selección y descripción de los impactos significativos*

Los impactos ambientales son las probables alteraciones que pueden ocurrir en el ambiente, debido al desarrollo de las actividades previstas. De acuerdo con los valores de intensidad del impacto obtenidos de las tablas de valoración: de las 246 interacciones valoradas 40 generan impactos positivos y 206 generan impactos negativos distribuidos de la siguiente manera por factor ambiental.

*Tabla 252 Clasificación de los impactos significativos por factor ambiental*

| **FACTOR AMBIENTAL** | Irrelevantes | Moderados | Severos | Críticos |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 22 | 15 | 5 | 0 |
| Agua (hidrología superficial y/o subterránea) | 19 | 13 | 4 | 0 |
| Aire (calidad del aire) | 13 | 18 | 1 | 0 |
| Paisaje | 8 | 17 | 1 | 1 |
| Vegetación | 9 | 8 | 4 | 0 |
| Fauna | 11 | 15 | 0 | 0 |
| Infraestructura y servicios | 2 | 4 | 0 | 0 |
| Socioeconómico | 9 | 6 | 1 | 0 |
| 206 | **93** | **96** | **16** | **1** |

En la tabla se puede observar que la valoración de las interacciones entre los aspectos ambientales (actividades del proyecto) y los respectivos factores ambientales pone en evidencia los impactos negativos que por su importancia se clasifican en irrelevantes, moderados, severos y críticos; es decir se pueden identificar los impactos significativos que las actividades del proyecto causan a los factores ambientales.

Los impactos irrelevantes son poco apreciables o muy leves, molestias, alteraciones o cambios poco importantes para la estabilidad del sistema; de rápida recuperación ambiental corto o mediano plazo o de costos de prevención o recuperación irrelevantes o muy bajos

*Tabla 253 Impactos significativos*

| MEDIO / FACTOR AMBIENTAL | IMPACTOS IDENTIFICADOS / ACTIVIDADES DEL PROYECTO | Desmonte (CUSTF) | Trazo y Despalme | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Nivelación y compactación de vialidades | Red de drenaje sanitario | Red de agua potable | Obras de regulación pluvial | Electrificación | Construcción progresiva de viviendas | Pavimentación de calles | Acondicionamiento de áreas verdes | Circulación vehicular y peatonal | Consumo de electricidad | Consumo de agua potable | Descarga de aguas residuales sanitarias | Generación de residuos sólidos urbanos | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Medio Físico-químico:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Suelo** | Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación) | 0 | -30 | -60 | -58 | -25 | -27 | 0 | 0 | -52 | -60 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -19 |
| | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | -17 | -25 | -25 | -25 | -21 | -21 | 0 | -19 | -16 | -25 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 |
| | Alteración en la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios | -14 | -14 | -16 | -16 | -16 | -16 | 0 | -13 | -15 | -14 | 0 | 0 | 0 | 0 | -24 | -17 | -16 |
| | Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica) | -17 | -27 | -52 | -40 | -21 | -21 | 0 | 0 | -18 | 0 | -27 | -19 | 0 | 0 | 0 | 0 | -15 |
| **Agua (hidrología superficial y/o subterránea)** | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | -14 | -27 | -42 | -48 | -18 | 0 | 0 | 0 | -30 | -48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios | 0 | -16 | -16 | -16 | -16 | -16 | 0 | 0 | -19 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -48 | -28 | 0 |
| | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | 0 | -21 | -27 | -19 | -21 | -22 | 0 | -16 | -14 | -24 | 0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cambios en la calidad por aporte de sedimentos (turbidez) | -11 | -24 | -27 | -37 | -19 | -19 | 0 | 0 | -16 | -26 | -18 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | -28 |
| **Aire (calidad del aire)** | Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes | -16 | -29 | -37 | -37 | -25 | -25 | 0 | -19 | -15 | -25 | 0 | -48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Incremento de emisiones de material particulado (polvo) | 0 | -18 | -36 | -24 | -28 | -24 | 0 | 0 | -16 | -25 | 0 | -14 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 |
| | Incremento de niveles de ruido y vibraciones | -27 | -17 | -23 | -35 | -21 | -17 | 0 | -14 | -14 | -35 | 0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | -17 |
| | Cambios en la dirección y velocidad del viento | -26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Paisaje** | Cambios en la naturalidad (por cortes y/o presencia de infraestructura permanente) | 0 | 0 | -57 | 0 | 0 | 0 | 0 | -34 | -64 | -36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Interrupción de la naturalidad por el tránsito constante de vehículos | 0 | -27 | -28 | -24 | -18 | -18 | 0 | 0 | -23 | -31 | 0 | -25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cambios en la naturalidad por presencia de residuos sólidos dispersos | -19 | -18 | 0 | 0 | -15 | -18 | 0 | 0 | -24 | -25 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 | -19 | 0 |
| | Cambios en la naturalidad (por concentración de personal, maquinaria y materiales de construcción) | 0 | 0 | -36 | -24 | -22 | -22 | 0 | 0 | -38 | -39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 |
| **Medio biótico** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vegetación** | Disturbio de la vegetación por contaminantes atmosféricos (polvo) | 0 | -35 | -34 | -34 | -16 | -16 | 0 | 0 | -11 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminación o reducción de la cubierta vegetal | -51 | -54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -21 | 0 | -28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -15 |
| | Cambios en patrones de distribución y poblamiento | -19 | -26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 |
| | Cambios en la diversidad y conservación de las especies | -19 | -28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -44 | 0 | -19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -19 |
| **Fauna** | Cambios en la migración y comportamiento de las especies | -17 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -26 | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -15 |
| | Predisposición a la caza, saqueo, atropellamiento o muerte de animales | -25 | -23 | -24 | -23 | -17 | -17 | 0 | 0 | 0 | -27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Molestias por la generación de ruido y vibraciones | -23 | -25 | -39 | -23 | -23 | -17 | 0 | 0 | -14 | -35 | 0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | -17 |
| | Modificación del hábitat | -17 | -30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -24 |
| **Infraestructura y servicios** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ocupación de vacíos urbanos / optimización de espacios y servicios disponibles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 22 | 20 | 22 | 17 | 20 | 12 |
| | Obstrucción y o daño a la infraestructura en la ruta al proyecto | 0 | -28 | -40 | -24 | -18 | -18 | 0 | 0 | 44 | -39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Incremento de infraestructura y servicios locales | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 28 | 26 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Uso de rutas, bienes y servicios alternos | 0 | 0 | 0 | 21 | 17 | 17 | 0 | 17 | 0 | 20 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Socio económico** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Generación de empleos | 35 | 23 | 22 | 22 | 23 | 23 | 0 | 15 | 40 | 39 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| | Derrama económica por la provisión de servicios locales | 0 | 0 | 0 | 28 | 23 | 23 | 0 | 16 | 28 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Intermitencia o desabasto del servicio por incremento de usuarios | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -28 | -20 | 0 | 0 | 0 |
| | Uso o aprovechamiento inadecuado de recursos disponibles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -9 | -22 | -23 | 0 |
| | Molestias a la población por la generación de ruidos, gases de la combustión y polvo | -27 | -17 | -18 | -27 | -18 | -18 | 0 | -11 | -30 | -43 | 0 | -13 | 0 | 0 | 0 | 0 | -14 |

En la siguiente ilustración se muestra la clasificación de los impactos signinficativos por componente ambiental.

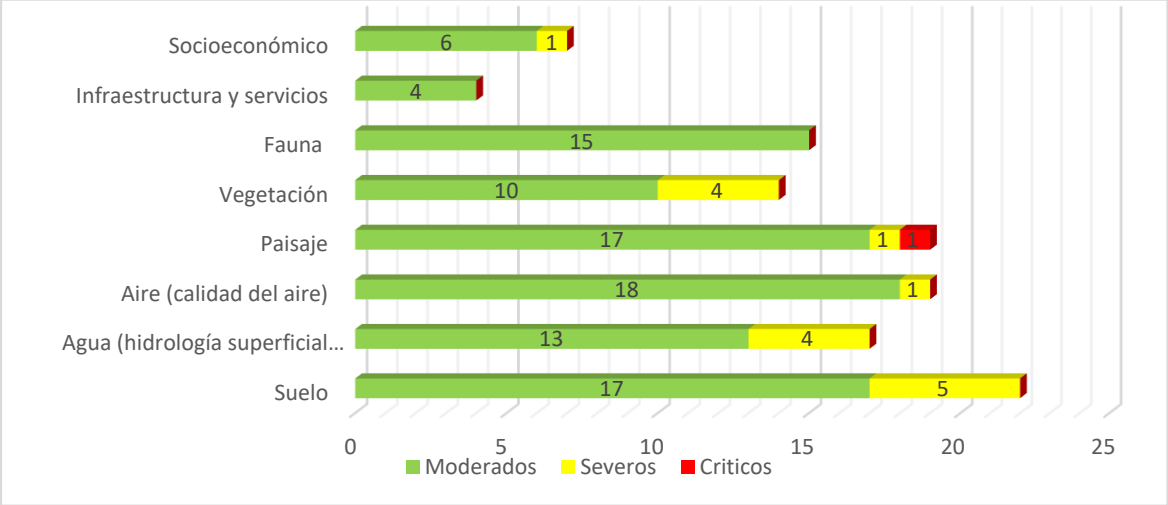



Ilustración 161 Distribución de los impactos significativos por componente ambiental

En el paisaje se prevé un impacto crítico, tres impactos severos además de impactos moderados. Los factores del medido físico – químico, en la vegetación y en el medio socioeconómico se prevén impactos severos además de impactos moderados.

Con base en las tablas de valoración y análisis de los impactos, se clasifican los impactos por etapa del proyecto. Cabe recordar que no se valora una etapa de desmantelamiento y abandono debido a que se trata de un proyecto permanente.

*Tabla 254 Clasificación de los impactos por etapa del proyecto*

| Intensidad Del impacto | PREPARACIÓN DEL SITIO | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | Total |
|---|---|---|---|---|
| Irrelevante | **18** | **49** | **26** | **93** |
| Moderados | **20** | **68** | **8** | **96** |
| Severos | **2** | **12** | **2** | **16** |
| Críticos | **0** | **1** | **0** | **1** |
| | **40** | **130** | **36** | **206** |

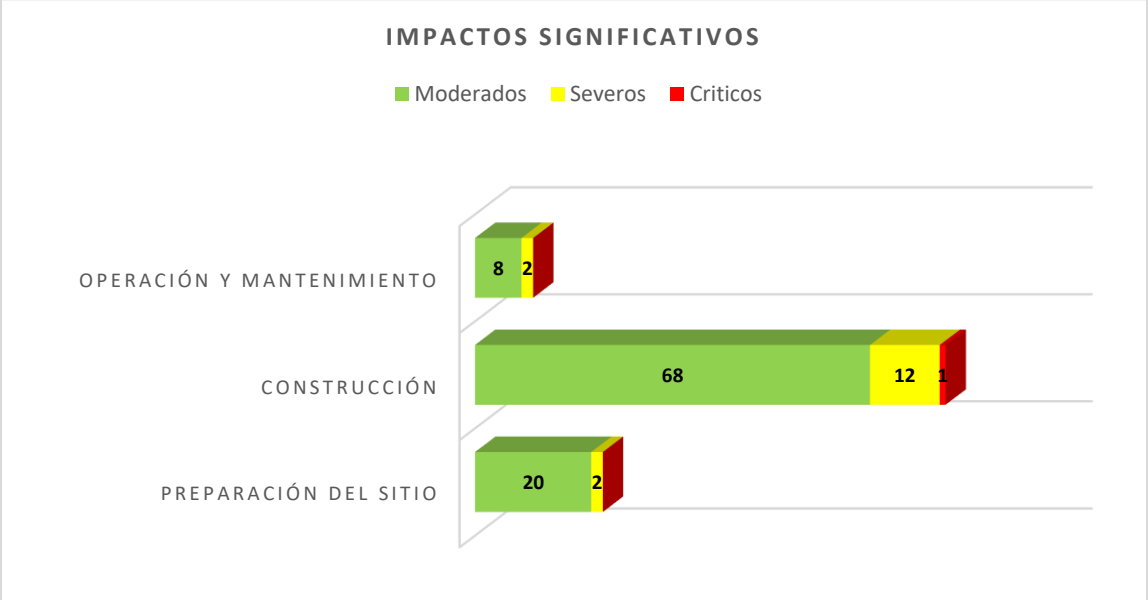



Ilustración 162 Impactos significativos por etapa del proyecto

La etapa de construcción del proyecto, como era de esperarse, presenta el mayor número de impactos significativos (de carácter negativo), seguida de la etapa de preparación del sitio. La etapa con menor número de impactos significativos es la etapa de operación y mantenimiento. Como se ha mencionado no se valoró la etapa desmantelamiento y abandono porque el proyecto contempla una infraestructura permanente al tratarse de viviendas y al ser realizadas con todos los permisos legales, no se contempla su desmantelamiento.

Las actividades más impactantes de acuerdo con el valor obtenido se encuentran en las etapas de preparación del sitio y construcción:

*Tabla 255 Actividades más impactantes por etapa del proyecto*

| Etapa del proyecto | Actividad |
|---|---|
| Preparación del sitio | Desmonte<br>Trazo y despalme |
| Construcción | Cortes y acarreo en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Pavimentación de calles<br>Construcción progresiva de viviendas<br>Red de agua potable<br>Red de drenaje sanitario |
| Operación y mantenimiento | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos<br>Circulación vehicular y peatonal |

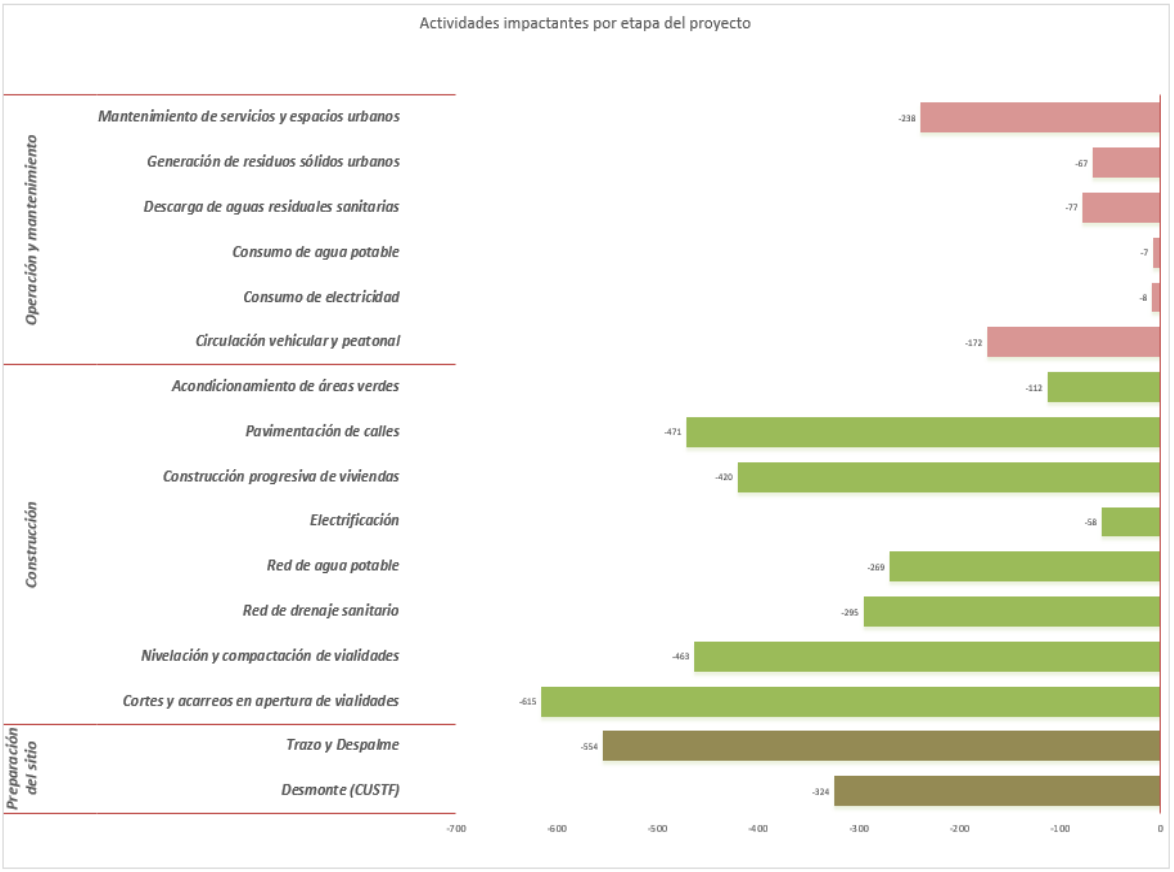



Ilustración 163 Actividades impactantes del proyecto por etapa

### a) *Impactos críticos*

*Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce una pérdida permanente de la calidad ambiental, sin recuperación con adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irrecuperable.*

De acuerdo con los parámetros evaluados para cada una de las interacciones entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto, se valoró un **impacto crítico**; en el pasaje en la etapa de construcción, este impacto que permanecerá durante toda la vida útil del proyecto por su carácter residual, tratándose de viviendas familiares.

*Tabla 256. Impactos cítricos por etapa del proyecto*

| Etapa del proyecto | Actividad | Factor | Impacto |
|---|---|---|---|
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Paisaje | Cambios en la naturalidad (por cortes y/o presencia de infraestructura permanente) |

**El paisaje** se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales presentes en el territorio.

Una zona con valor paisajístico es aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa. El paisaje natural sufre alteraciones al transformarse sus extensiones de tierra y vegetación, por zonas asfaltadas que contienen estructuras de concreto.

Para determinar si el proyecto o actividad, en cualquiera de sus fases, genera o no una alteración significativa del valor paisajístico de una zona, se considera:

- La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a una zona con valor paisajístico;
- La duración o la magnitud en que se alteren atributos de una zona con valor paisajístico.

Parte del proyecto se encuentra en un sitio elevado y parte de su superficie se localiza hacia una ladera; en su área de influencia directa al lado Sur y Este limita con el desarrollo urbano, hacia el norte y al poniente limita con un macizo forestal, presentando un contraste entre el ambiente urbano y el componente natural; la construcción del proyecto se constituye en un impacto permanente en el paisaje.

***b) Impactos severos***

*Efecto en que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo dilatado. Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.*

*Tabla 257. Impactos severos por etapa del proyecto*

| Etapa | Factor | Impacto | Actividades |
|---|---|---|---|
| Preparación del sitio | Vegetación | Eliminación de la cobertura forestal | • Desmonte (CUSTF)<br>• Trazo y despalme |
| Construcción | Suelo | Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación) | • Cortes y acareo en apertura de vialidades.<br>• Nivelación y compactación de vialidades<br>• Construcción progresiva de viviendas<br>• Pavimentación de calles |
| | | Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y eólica) | • Cortes y acareo en apertura de vialidades. |
| Construcción | Agua | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | • Cortes y acareo en apertura de vialidades. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | • Nivelación y compactación de vialidades<br>• Pavimentación de calles |
| Construcción | Paisaje | Cambios en la naturalidad (por cortes y/o presencia de infraestructura permanente) | • Cortes y acareo en apertura de vialidades. |
| Construcción | Vegetación | Cambios en los patrones de distribución y poblamiento<br>Cambios en la diversidad y conservación de las especies | • Construcción progresiva de viviendas |
| Construcción | Socioeconómico | Molestias a la población por la generación de ruidos, gases de la combustión y polvo | • Pavimentación de calles |
| Operación y mantenimiento | Aire | Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes | • Circulación vehicular y peatonal |
| Operación y mantenimiento | Agua | Cambios en la calidad por presencia de sólidos, líquidos y sanitarios. | • Descarga de aguas residuales sanitarias |

**Vegetación: Eliminación de la cobertura forestal**

Se removerá vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que representan el 93.36% de la superficie total del proyecto; se llevará a cabo con herramientas manuales y equipos menores (motosierras), conforme a lo señalado en el apartado correspondiente. La remoción de vegetación tiene repercusiones en la hidrología, la erosión del suelo y el cambio climático. Durante el despalme se elimina toda posibilidad de recuperación de la vegetación en el sitio al eliminar el material orgánico (suelo fértil) y el banco de semillas que se encuentra en él. Cabe señalar que en la vegetación a remover no se encuentran especies catalogadas y que las especies a remover se encuentran representadas en la región ecológica.

**Vegetación: Cambios en los patrones de distribución y poblamiento y Cambios en la diversidad y conservación de las especies**

La urbanización puede alterar los patrones naturales de temperatura, humedad y luz en un área determinada. Los cambios en el clima urbano pueden afectar la distribución de especies y su hábitat. Se pueden presentar cambios en las comunidades de especies, muchas veces empobrecidas en comparación con sus contrapartes en el medio natural.

Durante la construcción de viviendas se prevé la existencia de áreas verdes (CAS); se pueden ocasionar impactos reduciendo las superficies verdes o la introducción de especies exóticas o por la obstrucción de las rutas para la dispersión y migración de las especies.

**Suelo: Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación)**

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades. La estructura

del suelo afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión. Los cortes, rellenos con material de banco y compactaciones al suelo, en las diferentes actividades del proyecto modifican la textura y estructura del suelo, evitando la infiltración y consecuentemente generan mayor escurrimiento, así mismo se expone durante la excavación a que sea erosionado.

**Suelo: Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y eólica)**

La erosión hídrica y eólica son procesos que afectan la superficie del suelo, resultando en la pérdida de nutrientes y la degradación. Ambos tipos de erosión pueden tener consecuencias devastadoras para la agricultura, la biodiversidad y la calidad del agua, afectando así el equilibrio de los ecosistemas en el área de acumulación. Las actividades del proyecto en donde se remueven grandes volúmenes de suelo y se mantienen expuestos por periodos de tiempo pueden causar impactos severos por erosión hídrica y eólica afectando a los recursos naturales, la infraestructura como drenes pluviales y sanitarios, o a la población asentada en las partes bajas; las partículas de suelo suspendidas también pueden generar afectaciones a la salud humana; a la vegetación y fauna silvestre.

**Agua: Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración)**

Se define como patrón de drenaje a la forma cómo una red se aprecia en un área determinada. Estos patrones dependen de varios factores: Pendiente de las laderas y del área de drenaje, cobertura vegetal, resistencia de la litología, caudal, permeabilidad del suelo, nivel e intensidad de lluvias y actividad estructural.

Las actividades del proyecto en las que se modifica sustancialmente la pendiente de la superficie del terreno, por cortes y rellenos, o por la construcción de infraestructura que limita o modifica el escurrimiento pluvial, son causantes de impacto en el patrón de drenaje natural, concentrando los escurrimientos en puntos específicos, modificando el caudal y sitios de descarga, repercutiendo en la infiltración.

**Agua: Cambios en la calidad por presencia de sólidos, líquidos y sanitarios**

Las aguas residuales pueden contener una amplia variedad de sustancias contaminantes, que van desde microorganismos patógenos hasta productos químicos altamente tóxicos, pasando por metales pesados y otros compuestos potencialmente dañinos. La descarga no regulada de estas aguas puede causar la contaminación del agua superficial y subterránea, lo cual representa un riesgo significativo para la salud humana y la vida silvestre. Durante la construcción y mayormente en la operación del proyecto se identifica como un impacto severo debido a probable gestión inadecuada de las aguas residuales sanitarias.

**Aire: Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes**

Resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el CO (monóxido de carbono), el CO2 (dióxido de carbono) y bajo ciertas condiciones NOx (óxidos de Nitrógeno) que han contribuido y aún contribuyen a generar y potenciar el efecto invernadero, la lluvia ácida, la contaminación del aire, suelo y agua.

Las actividades en las que se emplean más horas máquina y de transporte, para su ejecución, se generarán gases de la combustión de los combustibles, si bien no pueden evitarse pueden minimizarse y compensarse. El impacto severo a este componente se debe a la permanencia y efecto acumulativo de gases por la circulación de vehículos particulares, habitantes del fraccionamiento.

**Paisaje: Cambios en la naturalidad (por cortes y/o presencia de infraestructura permanente)**

El paisaje es la representación visual de un determinado lugar, que incluye tanto los elementos naturales como los creados por el ser humano. Existen dos tipos principales de paisajes: el urbano y el natural. La naturalidad se refiere a la ausencia de elementos artificiales en la escena, al grado de integración en el medio. El impacto paisajístico es un alteración estructural o funcional en uno, varios o todos los componentes y elementos visuales del paisaje, como consecuencia de intervenciones humanas, provocando un detrimento de su calidad ambiental y visual. Durante la construcción del proyecto se generarán un impacto visual temporal a la naturalidad del paisaje, si bien se realizarán las actividades después de remover la vegetación, son severos los impactos visuales por la presencia de maquinaria, cortes, rellenos y materiales acumulados durante la apertura de vialidades, debido a su permeancia residual en el sitio de construcción.

**Socioeconómico: Molestias a la población por la generación de ruidos, gases de la combustión y polvo.**

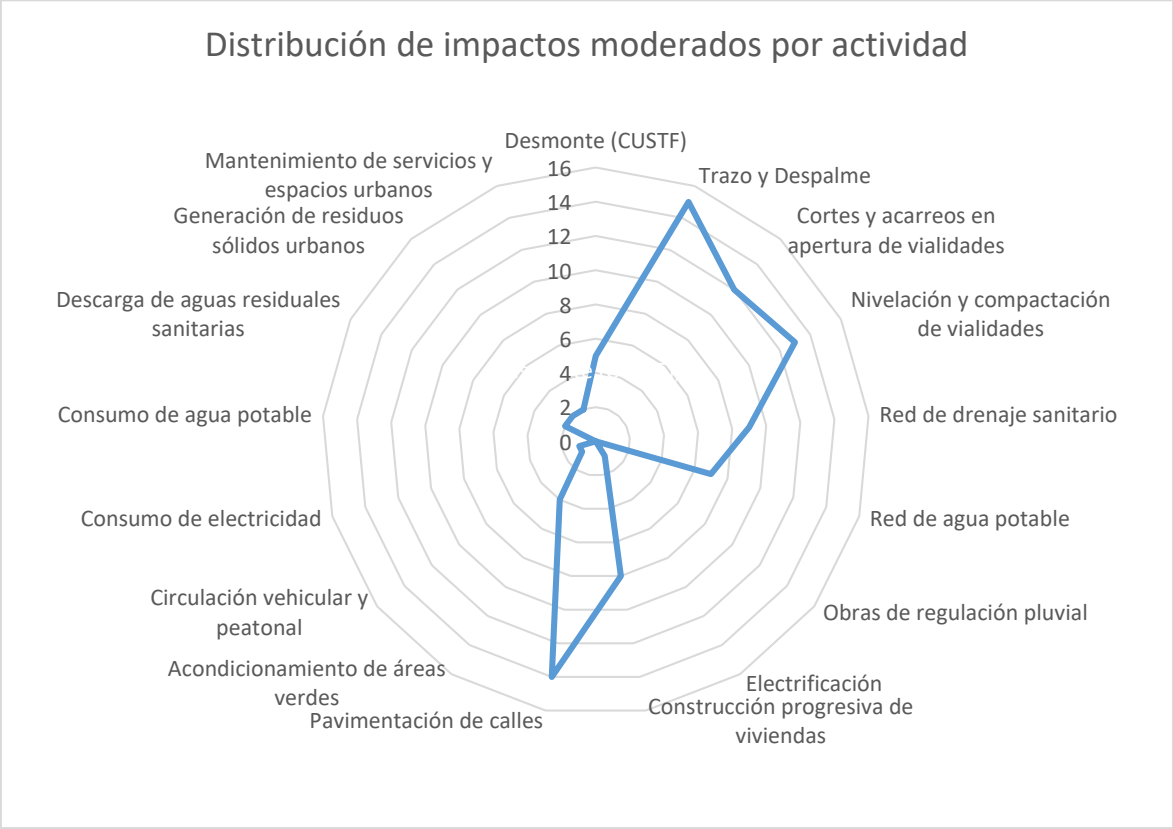
El ruido generado durante el proceso constructivo y por el tránsito en las infraestructuras viales urbanas es uno de los problemas ambientales que inciden negativamente en la calidad de vida de los trabajadores y de la población aledaña. El ruido es considerado uno de los contaminantes más agresivos; constituye un problema medioambiental y social que afecta la calidad de vida y salud de la población.

Durante las etapas de construcción las tareas presentan niveles de presión sonora desde un valor de 64.34 dBA hasta 89.12 dBA. Estos niveles inciden en el bienestar de la población porque exceden los 60 dBA para los residentes en horario diurno.

### *c) Impactos moderados*

*Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medioambiente no requiere un largo espacio de tiempo.*

De los 207 impactos negativos potenciales a generarse durante las actividades del proyecto; 105 son catalogados de acuerdo a su importancia como impactos moderados; es decir que producen cambios que por su intensidad, extensión y permanencia su impacto en el ambiente, pueden ser prevenidos o mitigados y revertidos en el corto y mediano plazo.




Las cuatro actividades del proyecto que presentan mayor numero de impactos moderados pótenciales de generarse son: trazo y despalme; Corte y acarreo en apertura de vialidades, Nivelación y compactación de vialidades, Pavimentación de calles. Le siguen: Red de agua potable, Red de drenaje y la construcción progresiva de viviendas.

Las actividades con mayor numero de impactos moderados, tienen interacción con todos los factores evaluados, requieren mayor tiempo para su realización, son a simple vista mas impactantes en el paisaje por la presencia de maquinaria y

personal suficientes, materiales de excavación y relleno depositados temporalmente en la superficie del proyecto; el acarreo constante de materiales y residuos.

Durante estas actividades el suelo se encuentra expuesto a la erosión hidrica y eólica, a la contaminación por derrama de hidrocarburos, la afectación de la calidad del aire por la generación de ruidos, vibraciones y polvo y la contaminación del agua.

Como se aprecia en el gráfico se va reduciendo la cantidad de impactos negativos moderados en las actividades conforme se emplea menor tiempo de realización, con menor uso de maquinaria y personal y debido a que interactúan con menos factores de la Región Ecológica.

En la **INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS,** los impactos a generar son mayormente positivos; sin embargo, se valoraron impactos negativos de importancia moderada; referidos básicamente a la **obstrucción o daños a la infraestructura en la ruta del proyecto**, debido a que el acarreo de materiales producto del desmonte, despalme y los materiales de excavación se llevarán a cabo por las calles de las colonias colindantes al proyecto, por lo que se pondrá atención a los horarios y formas de realización a fin de minimizar los impactos y evitar el deterioro de la infraestructura.

En el medio **SOCIO-ECONÓMICO** los impactos a generar son mayormente positivos, sin embrago se valoró además de un impacto severo y la posible generación de impactos moderados por los siguientes motivos:

**Durante la operación** puede ocasionarse una intermitencia o desabasto del servicio por el incremento de usuarios en el consumo de electricidad, debido a la situación actual que presenta el suministro de energía en la localidad de Jalpan en verano; sin embargo, puede mitigarse conforme a los requerimientos de infraestructura señalados por la CFE en la factibilidad de suministro. Otro impacto es el uso o aprovechamiento inadecuado de recursos disponibles en la descarga de aguas residuales sanitarias y la generación de residuos sólidos urbanos, por una generación y disposición inadecuada de los mismos; sin embargo, son actividades que se encuentran reglamentadas y que es importante su vigilancia y cumplimiento. Las molestias a la población por la generación de ruidos, gases de la combustión y polvo puede generarse casi en todas las actividades del proyecto; sin embargo, además de la actividad que causa un impacto severo, durante el desmonte y la nivelación y compactación de vialidades, se prevén impactos moderados debido a que es donde se genera ruido (uso de motosierras) y vibraciones (vibro-compactador) con mayor intensidad.

### *IV.3.2.2. impactos acumulativos*

Los impactos acumulativos se refieren, generalmente, a aquellas modificaciones en el comportamiento del ambiente que son el resultado de múltiples actividades o proyectos a lo largo del tiempo, incluidas las generadas por el proyecto que se está evaluando (BID Invest, 2023). Son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales o combinados de una acción, proyecto o actividad actual, o producidos por actividades pasadas y futuras planificadas. El proceso de evaluación de impactos acumulativos es más complejo que el que se practica habitualmente en los Estudios de Impacto Ambiental; ya que el horizonte temporal del análisis incluye las acciones pasadas, presentes y razonablemente previstas a ser realizadas en el futuro. Además, la interacción entre las actividades antropogénicas y el universo sujeto a alteración es cada vez mayor en número y complejidad. En estos términos, y en consonancia con las directrices del Grupo del Banco Mundial (IFC, 2013) y la Guía Práctica Invest del BID (2023), la tarea primordial del proceso de análisis del impacto acumulativo es diferenciar entre los cambios que se producen de forma natural en los sistemas socioambientales y los impulsados por la acción combinada de varios proyectos en la zona de intervención.

Entre los principales objetivos del análisis figuran:

- Evaluar los impactos y riesgos potenciales inducidos por otros proyectos, a lo largo del tiempo sobre un componente de valor que será afectado por el proyecto a partir del cual parte el análisis;
- Comprobar si los impactos acumulativos identificados tienen el potencial de desestabilizar la identidad de los sistemas socioambientales y, en particular, los límites de resiliencia de determinados componentes de análisis;
- Confirmar si la viabilidad de un proyecto no está comprometida o limitada por los impactos agregados que otros emprendimientos puedan generar en el lugar donde va a ser implementado;
- Garantizar que las comunidades y grupos afectados tengan debidamente identificadas sus preocupaciones;
- Proponer medidas para optimizar los efectos incrementales positivos y mitigar los negativos.

En este sentido, se enlistan los VECs (*Valued Environmental Component*, o Componentes Valiosos del Ecosistema) término introducido por Beanlands y Duinker (1983), se refiere a los **atributos de los sistemas ambientales y sociales considerados** como **importantes o sensibles a los efectos incrementales que puede ocasionar el proyecto**.

En los recursos hídricos

Con relación a la captación de agua, la extracción conjunta de volúmenes de agua y el vertido de efluentes tienen carácter acumulativo, cuyos principales efectos estarán asociados a la disminución de los caudales estacionales y a la contaminación del curso de agua. La extracción de aguas subterráneas da lugar a diversos tipos de problemas ambientales como: (a) Abatimiento del nivel del agua subterránea, (b) Compactación del esqueleto del acuífero (consolidación), (c) Erosión de suelo por desaparición de vegetación (descenso del nivel del agua), (d) Desaparición de humedales, (e) Cambios en la cantidad de recarga o Reducción de la descarga a cuerpos de agua continentales y en zonas costeras, y (f) Cambio en la calidad del agua inducido por bombeo. El territorio completo que cubre el acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subrterránea, se encuentra subutilizado y presenta disponibilidad como lo señalan los estudios de la CONAGUA; sin embargo, no se extraerá agua del subsuelo en ninguna de las etapas del proyecto. El suministro de agua potable en el proyecto será abastecido por el organismo operador (CEA) a través del sistema de agua potable; este proviene de fuentes superficiales externas a la región ecológica en la que se localiza el proyecto y no de la extracción del acuífero. La demanda de agua potable según estudios de la región elaborados por la CEA, se estima un gasto máximo diario de 1.0835 litros por segundo, lo que equivaldría a un gasto de 34,169 $m^3$ anuales por las 78 viviendas.

Las descargas de aguas residuales de las viviendas se llevarán a cabo en el sistema de drenaje instalado al interior del fraccionamiento y conectado al colector sanitario municipal; las aguas serán tratadas en la PTAR del municipio. La CEA es encargada de brindar el servicio y del cumplimiento de la calidad de los efluentes que se vierten después de su tratamiento; será responsabilidad de los usuarios del servicio el cumplimiento del reglamento correspondiente a las descargas al sistema de drenaje. **El gasto medio de aguas residuales vertidas al alcantarillado de drenaje sanitario** se estima en **0.8668 lts. por segundo**. Se contempla que la PTAR municipal, tiene la capacidad para el tratamiento de las aguas residuales a generarse en la operación del proyecto y se prevé inversión estatal en el corto plazo, para mejoras a la infraestructura actual.

En la calidad del aire

Durante las etapas de **preparación del sitio y construcción** se estima el consumo de 8,263.54 lts de diésel y 391.5 lts de gasolina aproximadamente; en consecuencia, la generación de 27.13 tn de dióxido de carbono (CO2); 0.054 tn de monóxido de carbono (CO); 0.041 tn de óxidos de nitrógeno (NOx); 0.081 tn de Dióxido de azufre (SO2); 0.0013 tn de Metano (CH4) y 0.0004 tn de Óxido nitroso (N2O). Para la **etapa de operación** se considera un vehículo por vivienda (78 vehículos), una distancia promedio de desplazamiento de 10 km diarios que

equivalen aproximadamente 4 transectos desde el fraccionamiento hasta el acceso a los servicios de salud, comercio, educación, deporte, principalmente. Se estima el consumo de 28,470 lts de gasolina aproximadamente; generando 67.08 tn de dióxido de carbono (CO2); 0.0242 tn de Metano (CH4) y 0.0077 tn de Óxido nitroso (N2O).

El proyecto contempla un volumen de emisión anual por debajo del límite establecido en el RENE (25,0000 tn de $CO_2$) por lo que queda exento de reporte. No se llevan a cabo mediciones de la calidad atmosférica en la región que permitan evaluar la magnitud del impacto acumulativo y las estrategias tendientes a reducir su generación. Se prevén medidas del proyecto para reducir las emisiones. El proyecto se encuentra al interior del ANP, con amplias superficies forestales asimiladoras de emisiones y se aplica la verificación de emisión de contaminantes en el estado. El impuesto a los combustibles fósiles, induce a la adopción de tecnologías más limpias en la producción de bienes y servicios y desincentiva las emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático.

El polvo se valora como un riesgo ambiental que puede ser prevenido y mitigado. La emisión de ruidos es fugaz y solo se presentan con mayor frecuencia durante la preparación del sitio y construcción, se contemplan medidas preventivas y de mitigación.

<u>En la vegetación y hábitat de fauna silvestre</u>

El principal impacto podría considerarse la pérdida de vegetación de 2.7316 hectáreas. La superficie de CUSTF contempla las áreas que se acondicionarán como áreas verdes en las cuales no se remueve totalmente la vegetación. La conservación de las especies y la recuperación de la superficie afectada se espera compensar con la ejecución del programa de manejo de vegetación y reforestación.

Las especies faunísticas migran al ver disminuido su territorio es un impacto permanente y difícilmente reversible en el sitio de afectación. El proyecto se localiza contiguo a una zona impactada y que por lo tanto no se fragmenta el hábitat. Existe la posibilidad de compensar el impacto mediante la restauración de zonas degradadas (mejoramiento de hábitats).

<u>En los servicios ambientales</u>

La cantidad de carbono que se vería comprometida por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales será de 55.622 tC. La cantidad de oxígeno producido bajo las condiciones actuales de la vegetación en el área de CUSTF es de alrededor de 117.565 ton de $O_2$ cantidad que dejaría de producirse con la remoción de

vegetación. El grado de afectación a la modulación o regulación climática se califica como muy bajo representa el 0.056% de captura de carbono potencial de la región ecológica (microcuenca). Con las actividades de restauración y reforestación, se prevé un incremento en la captura de $CO_2$ para considerar que el proyecto no pone en riesgo este servicio. El incremento en la erosión hídrica y eólica de suelo por el CUSTF se estima en 364.639 ton/año, previendo medidas para contenerla. La infiltración se verá disminuida en 2,609.66 $m^3$/año.

En el paisaje

El proyecto consiste en la urbanización del predio, se prevé la remoción de vegetación, la apertura y pavimentación de calles, introducción de redes de agua, luz y drenaje sanitario, y la construcción progresiva de viviendas. Es decir, **obras del mismo tipo a las prevalecientes en las colindancias inmediatas del sitio de inserción**. Se prevén impactos acumulativos en el paisaje; se incrementará en el mediano y largo plazo la superficie ocupada con obras permanentes (viviendas); sin embargo, no se dividen ecosistemas conservados constituyendo una superficie compacta del área urbana, manteniendo las condiciones naturales hacia fuera de los límites contemplados en el PMDUCPJS, las áreas verdes y de conservación del escurrimiento, buscan armonizar el desarrollo al entorno natural con el que colinda.

En el medio económico y social

Con relación a la dinámica económica de la región, se generarán empleos directos e indirectos es las diferentes etapas del proyecto, contribuyendo al aumento de la masa salarial de la región; la circulación de bienes y mercancías. En la calidad de vida de la población no se prevén impactos negativos acumulativos, la intermitencia o desabasto de los servicios no se prevé de magnitudes que no puedan ser manejados por los organismos operadores quienes a través de la infraestructura a cargo del fraccionador tendrán la capacidad para abastecerlos.

En infraestructura

Los principales impactos acumulativos pudieran considerarse la intensificación del tráfico en las principales vías de acceso debido a los 78 vehículos estimados que se sumarán a los volúmenes de tráfico actuales en el área de inserción del proyecto. Se tienen tres vías de acceso hacia el área del proyecto, por lo que la carga vehicular no representa un problema en su entorno, ni para proyectos futuros debido a que se sitúa en el límite de desarrollo urbano.

Al llevar a cabo el proyecto en apego con los instrumentos normativos correspondientes en materia ambiental y de desarrollo urbano, son menos significativos los impactos generados a los factores ambientales, permaneciendo únicamente aquellos que difícilmente regresarán a su condición inicial al tratarse de obras permanentes que atienden una necesidad social.

La ocupación de espacios basados en la planeación urbana, gestionan de manera coordinada los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales; preservan los usos de suelo conforme a su aptitud; se evitan zonas de riesgo, de recarga hídrica, etc. y se ofrece seguridad jurídica en el patrimonio, a diferencia de los fraccionamientos que se llevan a cabo de manera ilegal, afectando los recursos naturales, sin la provisión de servicios básicos y con conflictos legales en un futuro por la posesión de la tierra.

**La capacidad de carga** se define como el "tamaño máximo de población que un entorno puede sostener indefinidamente". Para la mayoría de las especies, hay cuatro variables que tienen en cuenta el cálculo de la capacidad de carga: **disponibilidad de alimentos, suministro de agua, espacio vital y condiciones ambientales**. En la determinación de la capacidad de carga de la región ecológica (microcuenca), es necesario determinar un valor aceptable del grado de calidad de paisaje, para definir el número de personas que pueden extraer los recursos, sin agotarlos y permitir su conservación.

Los efectos causados a los componentes ambientales por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales serán compensados estimando un tiempo de recuperación de 5 años conforme a los programas de reforestación, manejo de vegetación y conservación de suelos.

El sistema de agua potable se alimenta desde fuentes externas superficiales, por lo que no se compromete el recurso natural al interior de la región ecológica. Durante la operación no se llevará a cabo la descarga de aguas residuales sanitarias a los cuerpos de agua sin previo tratamiento.

Los materiales de construcción se obtendrán de bancos autorizados. Los residuos sólidos generados por el proyecto en sus diferentes etapas, serán clasificados y enviados a centros de acopio para reincorporarse a la cadena de valor, y al relleno sanitario en donde se lleva a cabo su confinamiento.

La región ecológica se encuentra mayormente cubierta por vegetación, son asimiladas las emisiones de gases contaminantes, no existen fuentes fijas emisoras permanentes de contaminantes, por lo que se mantiene la calidad del aire. Las

emisiones del proyecto no modificarán sustancialmente las concentraciones, serán prevenidas y mitigadas.

La isla de calor a generar no se considera significativa para provocar cambios en el clima a nivel local, se mantendrán los coeficientes de construcción y las áreas verdes al interior del fraccionamiento. Se compensa la vegetación removida incrementando la cobertura vegetal en áreas menos densas, para mitigar la temperatura y las emisiones.

#### *IV.3.2.3. Ponderación de los impactos*

De la interacción de las actividades del proyecto con los factores ambientales y el porcentaje de contribución que estos tienen a la calidad ambiental, es posible construir la **matriz ponderada**; ésta contempla la ubicación tanto de las actividades del proyecto (impactantes) como la de los factores ambientales impactados. De igual manera se muestra una columna de UCAs asignados según la importancia de cada factor, es decir, su nivel de contribución a la situación actual de la Región Ecológica.

La Matriz muestra celdillas con subtotales que reflejan el impacto acumulado por cada actividad y para cada componente ambiental específico (físico-químico, biótico o socioeconómico). El valor absoluto resulta de la sumatoria de los valores de impacto generados por cada actividad y para cada factor ambiental (suma de filas). Esta estimación puede conducir a errores en la interrelación de los impactos pues no siempre los factores más impactados resultan ser los de mayor peso para la calidad ambiental del sistema.

La suma ponderada del valor de impacto en cada interacción nos indicará los factores ambientales que conllevan (en mayor o menor medida) a las consecuencias del funcionamiento de la actividad, considerando su “peso específico” o lo que es lo mismo el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El modelo de la suma ponderada es función del “peso específico” de un factor sobre los demás y se aproxima suficiente a la realidad medioambiental estudiada. Los datos con que se alimenta la matriz proceden de:

1) Las rejillas de importancia de impacto construidas para cada factor. Los valores corresponden a la importancia del impacto por actividad y para cada factor.
2) La asignación de UCAs es función de la tabla comparativa de EAFROs
3) El valor absoluto del impacto es la sumatoria (en filas) de los valores de importancia para cada interacción (factor / actividad).

4) El **valor relativo** considera el peso específico de cada factor. Se obtiene dividiendo el valor en UCAs designado al factor correspondiente entre 100 (óptimo ambiental) y multiplicando el resultado por el valor absoluto.

Sumando en forma ponderada el valor del impacto obtenido por los diferentes factores, tendremos el impacto sobre los componentes ambientales, los impactos sobre las categorías ambientales o subsistemas, los impactos sobre los sistemas ambientales y el impacto ambiental total causado por el proyecto.

Una vez establecidas y diseñadas las medidas de mitigación o correctoras que conducirán a reducir los efectos negativos, se procede a determinar el impacto final producido por el proyecto; este tiene lugar como consecuencia de todas las acciones atribuidas al proyecto, entre las que se incluyen las medidas de mitigación-corrección.

Debe considerarse que el valor del impacto total generalmente tiende a disminuir con las medidas de mitigación (hasta llegar a tener valores muy bajos); sin embargo, ello no significa que el proyecto será viable en un 100% pues se da el caso en que un impacto aún afecte significativamente a un factor ambiental crítico; o en caso contrario por tratarse de un proyecto de urbanización e infraestructura fija que no contempla el desmantelamiento y abandono futuro los valores de impacto resulten negativos, no significa que el proyecto no sea viable, más aún si toma en cuenta lo siguiente: 1) se fomenta la derrama económica local y regional, 2) la creación de empleos temporales y permanentes, 3) se provee una oportunidad de adquirir un lote y construir un patrimonio propio que garantice la calidad de vida de la población; además, 4) se contempla su ejecución en estricto apego a los ordenamientos jurídicos vigentes, en el área de planeación para el desarrollo urbano, con un destino Habitacional H2; 5) se ocupa un vacío urbano**,** con factibilidad para los servicios básicos; 6) se desalienta el establecimiento humano en áreas inapropiadas que demandan una mayor inversión para la introducción de servicios y mayor daño ambiental; 7) la mayoría de los impactos pueden ser prevenidos y mitigados y los que no, como la remoción de vegetación y sus efectos, son compensados en un predio dentro de la Región Ecológica.

*Tabla 258 Matriz ponderada de impactos*

| FACTORES Y PARÁMETROS AMBIENTALES IMPACTADOS | | UCAs | ACCIONES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | VALOR DEL IMPACTO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Preparación del sitio | | Construcción | | | | | | | | Operación y mantenimiento | | | | | | | |
| | | | Desmonte (CUSTF) | Trazo y Despalme | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Nivelación y compactación de vialidades | Red de drenaje sanitario | Red de agua potable | Electrificación | Construcción progresiva de viviendas | Pavimentación de calles | Acondicionamiento de áreas verdes | Circulación vehicular y peatonal | Consumo de electricidad | Consumo de agua potable | Descarga de aguas residuales sanitarias | Generación de residuos sólidos urbanos | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | ABSOLUTO | RELATIVO |
| FISICO - QUÍMICO | SUELO | 14.4 | -48 | -96 | -153 | -139 | -83 | -85 | -32 | -101 | -99 | -27 | -51 | 0 | 0 | -24 | -17 | -66 | -1021.0 | -146.6 |
| | AGUA | 14.2 | -25 | -88 | -112 | -120 | -74 | -57 | -16 | -79 | -114 | -18 | -33 | 0 | 0 | -48 | -28 | -28 | -840.0 | -118.9 |
| | AIRE | 17.0 | -69 | -64 | -96 | -96 | -74 | -66 | -33 | -78 | -85 | 0 | -80 | 0 | 0 | 0 | 0 | -33 | -774.0 | -131.4 |
| | PAISAJE | 11.9 | -19 | -45 | -121 | -48 | -55 | -58 | -34 | -149 | -131 | -22 | -25 | 0 | 0 | 0 | -19 | -16 | -742.0 | -88.6 |
| | **SUBTOTAL** | **57.4** | **-161** | **-293** | **-482** | **-403** | **-286** | **-266** | **-115** | **-407** | **-429** | **-67** | **-189** | **0** | **0** | **-72** | **-64** | **-143** | **-3377.0** | **-485.6** |
| BIÓTICO | VEGETACIÓN | 13.5 | -89 | -143 | -34 | -34 | -16 | -16 | 0 | -121 | -22 | -47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -50 | -572.0 | -77.1 |
| | FAUNA | 9.4 | -82 | -96 | -63 | -46 | -40 | -34 | 0 | -40 | -62 | -37 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | -56 | -574.0 | -54.2 |
| | **SUBTOTAL** | **22.9** | **-171** | **-239** | **-97** | **-80** | **-56** | **-50** | **0** | **-161** | **-84** | **-84** | **-18** | **0** | **0** | **0** | **0** | **-106** | **-1146.0** | **-131.2** |
| SOCIO - ECONÓMICO | INFRAEST.Y SERV. | 9.8 | 0 | -28 | -40 | -3 | 19 | 19 | 37 | 110 | 7 | 22 | 48 | 20 | 22 | 17 | 20 | 12 | 282.0 | 27.7 |
| | SOCIOCULTURAL P. Y E. | 9.8 | 8 | 6 | 4 | 23 | 28 | 28 | 20 | 38 | 35 | 17 | -13 | -28 | -29 | -22 | -23 | -1 | 91.0 | 8.9 |
| | **SUBTOTAL** | **19.7** | **8** | **-22** | **-36** | **20** | **47** | **47** | **57** | **148** | **42** | **39** | **35** | **-8** | **-7** | **-5** | **-3** | **11** | **373.0** | **36.7** |
| | | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | **Valor del impacto total ponderado** | **-580.1** |
| **IMPACTO POR ACCIÓN:** | | | **-324** | **-554** | **-615** | **-463** | **-295** | **-269** | **-58** | **-420** | **-471** | **-112** | **-172** | **-8** | **-7** | **-77** | **-67** | **-238** | | |

En la tabla se muestra el resumen de la evaluación de los impactos generados por cada actividad del proyecto sobre cada factor del ecosistema; y la comparación de la aportación del impacto con su respectiva calidad ambiental (valor relativo del impacto). En cada uno de los factores y parámetros ambientales implicados nos muestra el valor del impacto total ponderado.

Primeramente, se analizan los **impactos por acción**, es decir, la suma de valores obtenidos para cada una de las actividades del proyecto; identificando las actividades que de acuerdo a la importancia de sus impactos **son las que provocan cambios negativos más notorios en la Región Ecológica durante la ejecución del proyecto**.

| Obra o actividad | Análisis de la evaluación de los impactos significativos |
|---|---|
| Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Es la actividad que puede generar el mayor número de impactos negativos; porque se cambian las propiedades físicas del suelo, se mueven cantidades considerables de material producto del corte modificando la superficie con cortes y rellenos, durante la construcción se verá modificado el paisaje por la presencia de personal, maquinaria y por la acumulación de materiales. Se genera ruido, polvo y emisiones atmosféricas, se deja expuesto el suelo a la erosión hídrica y eólica, así como la probable contaminación por derrames de hidrocarburos que puede provocar la alteración de la calidad del agua al estar en contacto son escurrimientos. |
| Trazo y Despalme | Son actividades que se valoraron juntas porque van asociadas, se trazan los límites de la superficie a despalmar; sin embargo, los impactos valorados son ocasionados principalmente por el Despalme. Esta actividad tiene incidencia en todos los componentes ambientales, mayormente a los del medio biótico (vegetación y fauna) y del medio físico-químico (Suelo y Agua) ya que se remueve la capa superficial del suelo, eliminando la cubierta protectora contra la erosión; se emplea maquinaria para corte, carga y acarreo del material fuera de la superficie de construcción. |
| Nivelación y compactación de vialidades | Una de las principales actividades generadoras de impactos ambientales significativos; siendo el suelo, el agua y el aire los factores que mayor impacto reciben debido a los movimientos de tierras, además del paisaje por el uso intensivo de maquinaria, formación de terraplenes y acarreo de materiales. |
| Pavimentación de calles | Se prevé la pavimentación permeable en calles empleando piedra bola relleno de juntas con choy y entrecalle de concreto; se generan impactos al suelo, aire, agua y paisaje; el levantamiento y dispersión de polvos en la preparación de la superficie y acarreos; emisiones atmosféricas, vibraciones y ruidos durante el suministro de materiales; la presencia de personal suficiente y vehículos de transporte entrando y saliendo del área de construcción, además del impacto visual con infraestructura permanente una vez concluidos los trabajos. |
| Construcción progresiva de viviendas | Se llevará a cabo a través del tiempo y aunque los impactos a los componentes ambientales son moderados al ser de menor extensión e intensidad sobre superficies previamente preparadas, |

| | |
|---|---|
| | se provocan impactos irreversibles al paisaje por la construcción de infraestructura permanente. |
| Desmonte | El cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en el 93.36% de la superficie del proyecto, es una actividad impactante sobre los factores del medio biótico (vegetación y fauna), además del aire y suelo en el medio físico-químico, así como la disminución de los servicios ambientales que proporciona la cubierta forestal. |

En las etapas de operación y mantenimiento se genera un impacto severo, impactos negativos moderados. Se han considerado las afectaciones que podrían generarse, solo si no se aplican las medidas preventivas; en caso de ocurrencia pueden mitigarse para que su efecto sea menor.

El **mantenimiento de servicios y espacios urbanos** se valora con impactos moderados por el uso de maquinaria y el depósito temporal de materiales durante las reparaciones, la presencia de personal y la generación de residuos derivados de la construcción y demolición (RCD); sin embargo, esta actividad se realizará eventualmente, por periodos cortos de tiempo y deberán tomarse las medidas necesarias ya que se realizarán en un entorno habitado (durante la operación del fraccionamiento).

La **circulación vehicular y peatonal**, principalmente la vehicular ocasionará impactos severos durante la operación el proyecto por la generación de ruidos y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la combustión.

La **descarga de aguas residuales** (sanitarias), aunque se prevé serán tratadas en la PTAR, podría generar afectaciones de la calidad del agua por el derramamiento en caso de daños a la infraestructura, sin embargo, tendrán que ser atendidas inmediatamente; así como la **generación de residuos sólidos urbanos**, se atenderán conforme a los reglamentos internos a fin de controlarlos.

Las medidas que se implementen para evitar la afectación a los componentes por la realización de las actividades detalladas anteriormente, también servirán para prevenirlos o mitigar aquellos que sean generados en las actividades menos impactantes.

Por los resultados obtenidos en la matriz ponderada se pueden identificar las actividades que generan mayor grado de impacto al ecosistema, pero además se puede relacionar el factor mayormente afectado con la puesta en marcha del proyecto, analizándose lo siguiente:

La columna de **valor del impacto absoluto** de la matriz ponderada nos indica el grado de afectación de los factores y parámetros medidos por el conjunto de impactos positivos y negativos que reciben derivados de las actividades del proyecto. Recordando que este valor no representa el valor real del impacto; sin embargo, nos indica que actividad es la más impactante sobre algún factor, sin

tomar en cuenta el estado de calidad en el que se encuentra actualmente; el impacto real se obtiene del valor relativo.

La **Matriz ponderada** tiene la función de compensar los valores negativos resultantes del impacto absoluto, con la calidad ambiental actual que cada factor tiene, previo a la ejecución del proyecto; de esta manera se obtiene el **impacto relativo**, que es el impacto final (**impacto real que el proyecto ejerce sobre cada componente ambiental**). De acuerdo con los resultados obtenidos, se presenta el siguiente orden de afectación a considerar para proponer y priorizar las medidas de mitigación:

| Factor ambiental | Efectos del proyecto sobre el factor |
|---|---|
| El **Suelo** presenta una calidad ambiental que lo ubica en el segundo lugar de contribución al sistema actual; sin embargo, es mayormente afectado por diversas actividades; es el principal factor con el impacto real por las actividades del proyecto. | Se prevén impactos irreversibles por las actividades de apertura, nivelación, compactación y pavimentación de las calles del fraccionamiento; provocando la alteración de sus propiedades físicas, sin opción a recuperación in situ, porque se pretende la ocupación permanente de la superficie. Además, se expone el suelo a la contaminación con derrames de la maquinaria y la pérdida por procesos erosivos durante las actividades constructivas. Por lo tanto, se deberá poner especial atención en las medidas de prevención y mitigación para evitar su erosión hídrica y eólica; las medidas preventivas y de remediación inmediata de suelos contaminados con hidrocarburos si fuese necesario; además de las medidas de compensación del programa de conservación de suelos. |
| El **Aire** se encuentra en el primer lugar de aporte a la calidad ambiental actual del ecosistema, debido a que el SA cuenta con una vasta superficie forestal y no se llevan a cabo prácticas industriales con emisiones contaminantes; esta condición le confiere una excelente calidad libre de olores y de partículas en suspensión. Considerando su condición actual y el impacto al que se somete durante las actividades constructivas y durante la operación, es el segundo factor que recibirá el impacto real del proyecto. | Las principales actividades impactantes son el desmonte debido al ruido que generan las motosierras y aquellas actividades en las que se emplea gran cantidad de maquinaria y movimiento de suelo (terracerías). Se considera que su afectación durante la ejecución del proyecto es fugaz y que una vez concluidas las actividades constructivas podrá volver a su estado inicial y que esta afectación solo será reflejada en el entorno inmediato al sitio de construcción y vías de comunicación por donde se llevé a cabo el acarreo de materiales. Se establecerán adecuadas medidas de prevención y mitigación a fin de atenuar los efectos negativos en su calidad y evitar y/o reducir impactos acumulativos. |
| El **Agua**, obtuvo el tercer lugar de contribución a la calidad ambiental actual, al ponderarlo con el impacto que recibe, se coloca en el tercer factor en recibir del impacto real del proyecto, principalmente por las actividades que pueden aportar contaminantes como son el acarreo de suelos y derrames de hidrocarburos. | Se establecerán medidas de prevención y mitigación para atenuar los efectos previstos a generarse principalmente por las actividades en las que se llevan a cabo el empleo de maquinaria y el movimiento de suelos, así como reglamentar el uso de los servicios públicos urbanos a fin de hacer un uso responsable del agua potable y la descarga de aguas residuales mitigando su afectación. |
| El **Paisaje** presenta el último lugar de aporte a la calidad ambiental del SA; debido a que actualmente se encuentra alterado por el desarrollo urbano en el entorno inmediato a la superficie del proyecto. Al llevar a cabo la ponderación de su calidad actual y el | Presentará impactos significativos por tiempos prolongados durante la etapa constructiva, por lo que se deberá poner especial atención en las medidas de mitigación. Considerando que algunos impactos que recibe, no podrán ser mitigados o compensados |

| | |
|---|---|
| impacto que absorberá, se coloca en el quinto factor en recibir el impacto real del proyecto. | totalmente, mostrará impactos residuales (irreversibles) debido a la construcción de infraestructura y viviendas que permanecerán en el sitio durante toda la vida útil. Se podrán llevar a cabo algunas medidas de mitigación para atenuar dichos impactos al menos durante la preparación del sitio y construcción. |
| La **Vegetación** se ubica en el quinto nivel de contribución a la calidad ambiental, debido al grado de impacto que presenta al interior del predio, influenciado por la colindancia urbana, el paso de personas en su interior y la tala clandestina para el aprovechamiento de postes y leña, provocando su baja diversidad de especies. | Al recibir el impacto del proyecto se coloca en el cuarto lugar de afectación. Se prevén medidas para compensar el impacto de la superficie forestal y para mantener la diversidad y los beneficios ecosistémicos que brinda, tanto dentro (áreas verdes) como fuera de la superficie del proyecto (superficie de reubicación y reforestación). |
| La **Fauna**, ocupa el penúltimo lugar de contribución a la calidad ambiental, aunque el proyecto se localiza en el ANP, la zona donde se pretende el proyecto colinda con el desarrollo urbano que la mantiene alejada del sitio, debido al tránsito de personas, perros y gatos y perturbación del hábitat. | Al ponderar su condición actual y los impactos del proyecto, este factor obtuvo el último lugar de impacto real; se aplicarán medidas preventivas y de mitigación, para evitar daños irreversibles. |
| En el **Medio socioeconómico**, el proyecto se considera viable debido a que se ubica en la colindancia con el desarrollo urbano, cuenta con vías de comunicación para el acceso, la existencia de servicios públicos disponibles (luz, agua, drenaje) en la colindancia inmediata del proyecto; comercios y servicios cercanos para la adquisición de materiales y mano de obra suficiente para llevarlo a cabo. | El uso pretendido es compatible con el dictamen de uso del suelo para el desarrollo habitacional dentro de los límites del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población.<br><br>Con la ejecución del proyecto se contemplan impactos negativos moderados por las molestias que pueda ocasionar a la población la generación de ruidos, gases de combustión y polvo debido al tránsito de los vehículos que entrarán y saldrán de la superficie durante la preparación del sitio y construcción; así como molestias por fallas en el servicio de electricidad y/o desabasto de agua potable al incrementarse el número de consumidores durante la operación; sin embargo, este componente ambiental también presenta valores positivos, considerando que se ofertarán lotes para que las familias jalpenses que aún no cuentan con un patrimonio propio puedan hacerlo y se generará una derrama económica importante y; la ocupación de vacíos urbanos (terrenos destinados al desarrollo urbano) aprovechando mejor los servicios en la cabecera municipal, evitando costos altos de construcción de infraestructura y déficit de coberturas. |

<u>En conclusión</u>

De acuerdo a los valores relativos obtenidos en la **matriz ponderada de impactos** los factores del medio Fisicoquímico (suelo, agua, aire y paisaje) reciben mayormente los embates negativos del proyecto en el área de construcción y área de influencia. Se deben enfatizar las medidas para prevenir, mitigar y compensar el impacto final derivado de las actividades del proyecto. Al tratarse de un proyecto dentro del ANP, es muy relevante la conservación de la diversidad biológica. A los factores del medio biótico se le aplicarán medidas efectivas de prevención y compensación.

Debe tenerse en cuenta que el valor del impacto **total ponderado es negativo,** indicando como era de esperarse, que las acciones del proyecto durante el periodo de ejecución causarán impactos negativos al ambiente. Cabe señalar que se evalúan los impactos en el peor de los escenarios; es decir, sin considerar que la mayoría de los impactos pueden ser evitados con medidas preventivas.

## IV.4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este apartado se proponen las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos que el proyecto puede provocar en cada etapa de su desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento). Estas medidas se dirigen al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento ambiental o al medio receptor, para aumentar su capacidad de reacción ante alteraciones extremas y aumentar la resistencia en merma de sus características, para paliar los efectos una vez producidos. De manera general se establece la siguiente tipología:

- **Medidas preventivas**: actúan sobre fuentes de cambio (acciones del proyecto) para prevenir el impacto sobre los componentes ambientales.
- **Medidas de mitigación o correctoras**: actúan sobre impactos recuperables.
- **Medidas compensatorias**: actúan sobre impactos recuperables e inevitables de algún modo contrapesan la alteración del factor.

| Clave | Medida | Descripción |
|---|---|---|
| **P1** | Plática anual de concientización ambiental | Sensibilizar a las personas ayuda a que comprendan la relación entre sus acciones diarias y el estado del medio ambiente, promoviendo conductas responsables como el reciclaje, el ahorro de agua y energía, y la reducción de residuos. Realizar la plática de manera anual asegura un recordatorio periódico de la importancia de cuidar el medio ambiente, además de actualizar nuevas problemáticas y métodos de conservación, aprendizaje constante y adaptación. |
| **P2** | Colocación de letreros prohibiendo la cacería y alusivos al cuidado de fauna silvestre | Informar sobre las prohibiciones y comportamientos responsables cumplen una función de sensibilización, contribuye a la conservación de especies vulnerables, evitando desequilibrios en las cadenas tróficas y fortaleciendo la biodiversidad local. La protección de fauna asegura la continuidad de servicios ecosistémicos, como polinización, control de plagas y dispersión de semillas. |
| **P3** | Riego de superficies | Es una técnica claver para evitar el polvo en obras de construcción y vías de acceso. Reduce la dispersión de partículas de polvo al aire (partículas PM10 y PM2.5), protege la salud pública y contribuye a la conservación del entorno. |
| **P4** | Revisión y mantenimiento a la maquinaria | El mantenimiento regular de motores y sistemas de combustión permite que la maquinaria funcione de manera más eficiente, Disminuye la demanda de combustibles fósiles lo que reduce la emisión de gases contaminantes como $CO_2$, NOx y partículas sólidas. El mantenimiento de equipos que utilizan líquidos como aceites, combustibles o refrigerantes reduce la probabilidad de fugas o derrames que contaminan suelos y cuerpos de agua. La lubricación de partes metálicas de fricción evita o reduce la generación de vibraciones y ruidos estridentes. |
| **P5** | Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias | Previene la erosión del suelo, contaminación hídrica, pérdida de biodiversidad y deslizamientos de suelos, protegiendo así los ecosistemas y la seguridad de la población. |
| **P6** | Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica | Son esenciales no solo para la seguridad y eficiencia del transporte, sino también para la sostenibilidad ambiental. permiten optimizar la circulación vehicular, disminuyendo los tiempos de congestión y el uso excesivo de combustible. Reducen emisiones contaminantes, protegen ecosistemas, fomentan un uso responsable de materiales y recursos, y promueven un desarrollo urbano y rural más equilibrado y resiliente. |

| | | |
|---|---|---|
| **P7** | Delimitación del área de trabajo | Establece límite físicos o visuales mediante barreras, mallas, cintas de seguridad o señalización, lo que permite separar zonas peligrosas de aquellas de operación normal, protegiendo a los trabajadores, evita que materiales peligrosos o contaminantes se dispersen fuera de la zona controlada, contribuyendo a la protección ambiental en el sitio de trabajo. |
| **P8** | Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames | La implementación de monitoreo en tiempo real, permite detección de fugas, contención, recuperación de residuos y control, disminuir impactos ambientales, proteger la salud humana, preservar ecosistemas y cumplir con la normatividad. |
| **P9** | Circulación de camiones cubiertos con lona | Es una práctica ambientalmente importante porque reduce la dispersión de partículas de polvo al aire (partículas PM10 y PM2.5), protege la salud pública y contribuye a la conservación del entorno y cumplir con la normatividad. |
| **P10** | Moderación de la velocidad de circulación. | Contribuye a disminuir las emisiones contaminantes, mejorar la calidad del aire y generar entornos urbanos más sostenibles y saludables. Es especialmente importante para especies de fauna vulnerables, garantizando su conservación y contribuyendo a la biodiversidad local. |
| **P11** | Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial | La correcta gestión de residuos permite reducir la contaminación del suelo, agua y aire, mimimiza riesgos sanitarios, promueve la economía circular y reduce la presión en el relleno sanitario. Es importante para la protección ambiental, seguridad pública y cumplimiento legal. |
| **P12** | Gestión de aguas pluviales | Protege ecosistemas, previene la contaminación de cuerpos de agua, reduce la erosión del suelo y fortalece la resiliencia de las ciudades frente a eventos climáticos extremos. |
| **M1** | Ejecutar el programa de manejo de vegetación | Permite un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, preserva la biodiversidad y asegura que los ecosistemas continúen proporcionando bienes y servicios esenciales para la vida humana y la fauna. |
| **M2** | Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre | Permite proteger especies en peligro o vulnerables, evitando su pérdida debido a la destrucción de hábitat. Al ubicar a los animales en entornos seguros, se garantiza que puedan continuar cumpliendo sus funciones ecológicas y participar en ciclos vitales importantes para su supervivencia y la de otras especies. |
| **M3** | Ajuste de la jornada de trabajo. | Permiten planificación logística más eficiente, reduciendo la presión sobre suelos, cuerpos de agua y ecosistemas. Esto repercute positivamente en la fauna al disminuir fragmentación de hábitats y contaminación por ruido |
| **M4** | Ejecutar el programa de conservación de suelos | Ayuda a prevenir la erosión causada por viento y agua, preservando la capa superficial del suelo rica en nutrientes para las plantas y el desarrollo de la biodiversidad. Evita la pérdida de fertilidad y la desertificación, protegiendo la capacidad de los ecosistemas para sostener la vida. |
| **M5** | Encausamiento y regulación de las aguas pluviales captadas en la los techos de las viviendas | El manejo adecuado de aguas pluviales disminuye la sobrecarga de sistemas de drenaje urbanos y reduce la frecuencia y severidad de desbordamientos en alcantarillados mitigando problemas ambientales y sociales asociados como contaminación, daños a infraestructura y riesgos para la salud pública. |
| **M6** | Cumplimiento de reglamentos municipales | Permite que el crecimiento urbano y económico se realice sin comprometer el equilibrio ecológico, incorporando principios de sustentabilidad, equidad social y eficiencia en el uso de recursos. Esto contribuye no solo a la protección ambiental, sino también a mejorar la calidad de vida de los habitantes y garantizar oportunidades futuras de desarrollo. |
| **M7** | Planificación espacial de obra | Una adecuada planificación espacial permite identificar zonas sensibles, como áreas de vegetación protegida, cursos de agua, humedales o hábitats de especies en peligro. Esto posibilita ubicación estratégica de la obra evitando la degradación del entorno, preservando flora y fauna y manteniendo corredores ecológicos dentro de la zona de desarrollo. |
| **M8** | Uso racional del aga | La eficiencia en el uso del agua disminuye su contaminación y reduce la demanda energética asociada al bombeo y tratamiento del agua, contribuyendo indirectamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático. |
| **C1** | Ejecutar el programa de reforestación. | Es fundamental para restaurar ecosistemas, conservar la biodiversidad y mitigar los efectos del cambio climático, rehabilitar tierras degradadas, rescatar su productividad y permitiendo que vuelvan a cumplir funciones ecológicas esenciales, como la conservación del suelo, la infiltración, el ciclo de nutrientes y la polinización natural. |
| **C2** | Arborización de áreas verdes y aceras | Es clave para mejorar la calidad ambiental y estética de las ciudades, aportando sombra, reducción de contaminación y beneficio social. Involucrar a la comunidad en la siembra y cuidado de árboles aumenta la aceptación y conservación del arbolado. |

### IV.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

El conjunto de acciones y medidas que se proponen, pretenden reducir al máximo el impacto que la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto genera en el entorno físico, biótico y social, garantizando su compatibilidad, en primera instancia con los principios éticos - legales encaminados a la protección del ambiente y los recursos naturales, consignados en la legislación ambiental; además de la conciencia social que permitan la compatibilidad de los planes de desarrollo con los instrumentos de ordenación ecológica del territorio y de desarrollo urbano.

De manera particular las acciones y medidas que han sido seleccionadas y propuestas, persiguen los siguientes objetivos:

- Prevenir la ocurrencia de impactos potenciales identificados como significativos y evitar o mitigar el posible deterioro ambiental que podría resultar como consecuencia del proyecto.
- Mitigar los efectos negativos para el caso de que no hubiere medidas preventivas o estas fueran inevitables técnica o económicamente.
- Promover condiciones que favorezcan la continuidad de los procesos naturales en el contexto local y regional donde se localiza el proyecto con medidas de compensación ambiental.
- Favorecer la integración armónica del proyecto en el desarrollo de la región atendiendo a los principios de la sustentabilidad ambiental, social y económica.
- Generar certidumbre de compromiso, responsabilidad y trasparencia del desarrollador del proyecto, con los principios de política y desarrollo sustentable.

Con el proyecto se generarán impactos de todo tipo, identificados en la valoración de las actividades y su interacción con los componentes ambientales. Las medidas propuestas se enfocan en atender de manera particular el impacto ocasionado.

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| Preparación del sitio | Desmonte | Vegetación | Eliminación de la cubierta forestal | Severo, Acumulativo, Residual | Disminución de la diversidad, afectación de la calidad del aire, la infiltración, la pérdida del hábitat | P1 | **Plática anual de concientización ambiental** a los trabajadores, al inicio de las actividades a fin de evitar el saqueo y daño a la vegetación colindante. | **Disponibilidad al cambio:** % de trabajadores que declararon estar dispuestos a aplicar las recomendaciones o conocimientos adquiridos. **Cambio en comportamientos:** Diferencia porcentual entre la frecuencia de prácticas adecuadas antes y después de la actividad. |
| | | | | | | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación** consistente en el rescate y reubicación de flora, para conservar la diversidad de especies forestales removidas; durante el plazo de ejecución del CUSTF en el pazo de 5 años. | No. ejemplares reubicados anual. Sobrevivencia ≥ 80% |
| | | | | | | C1 | **Ejecutar el programa de reforestación** a ejecutarse en un año al inicio de actividades y su mantenimiento durante 5 años, para recuperar la cobertura de una superficie similar a la afectada con el CUSTF | 2.6 ha reforestadas Sobrevivencia ≥ 80% |
| Preparación del sitio | Desmonte | Fauna | Predisposición a la caza, saqueo, atropellamiento o muerte de animales | Moderado, Temporal | Pérdida de especies y diversidad genética | P1 | **Plática anual de concientización ambiental** a los trabajadores, al inicio de las actividades a fin de evitar el saqueo y daño a la fauna silvestre. | **Cambio en comportamientos:** Diferencia porcentual entre la frecuencia de prácticas adecuadas antes y después de la actividad. |
| | | | | | | P2 | **Colocación de letreros prohibiendo la cacería y alusivos al cuidado de fauna silvestre**, para prevenir daños a la fauna silvestre; al inicio de las actividades y su permanencia durante la vigencia del proyecto | 4 letreros colocados y mantenidos |
| | | | | | | M2 | **Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**, al inicio de actividades de desmonte, durante el periodo de desmonte (en 5 años consecutivos). | 1 jornadas de ahuyentamiento / día de actividad No. de ejemplares rescatados y reubicados. |
| | | | Molestias por la generación de ruido y vibraciones | Moderado, Fugaz | Desorientación, estrés, comunicación y capacidad de los animales para alimentarse y aparearse | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el uso de motosierras, movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, diariamente durante el periodo de desmonte. | Jornadas de 8 horas de trabajo No. Maquinaria y equipos en reposo. |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| Preparación del sitio | Desmonte | Aire | Incremento en los niveles de ruido y vibraciones | Moderado, Fugaz | El ruido de motosierras puede afectar a la salud y bienestar de los trabajadores y población. | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el uso de motosierras, movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, diariamente durante la vigencia del proyecto. | Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo. |
| | | | Cambios en la dirección y velocidad del viento | Moderado, Temporal | Mayor pérdida de humedad, cambios en la dispersión de semillas; aumenta el riesgo de erosión del suelo y daño a infraestructuras | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación**, mantener arbolado en pie, con la finalidad de integrarse a la superficie de CAS de los lotes. Excluyéndolos durante el CUSTF para conservarlos durante el tiempo de vida útil del proyecto. | **No. de árboles en pie:**<br>(No. Árboles en pie/total de árboles programados) X 100 |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Vegetación | Eliminación de la cubierta forestal | Severo, Acumulativo, Residual | Disminución de la diversidad, afectación de la calidad del aire, la infiltración, la pérdida del hábitat | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación**, llevar a cabo el picado y dispersión de los residuos vegetales y la colocación del mantillo (banco de semillas) en el sitio de reubicación y áreas verdes del proyecto. | Vol. de material recuperado<br>Sup. Cubierta en sitio de utilización.<br><br>**Diversidad de especies en el sitio de dispersión:**<br>Diferencia de especies presentes antes y después de la actividad.<br>$No.\ Sp.antes \neq No\ Sp.despúes$ |
| | | | Cambios en los patrones de distribución y poblamiento | Moderado, Acumulativo, Temporal | Disminución de la capacidad de regeneración natural. | | | |
| | | | Cambios en la conservación de la diversidad de especies | Moderado, Acumulativo, Temporal | Pérdida de hábitats y servicios ecosistémicos | | | |
| | | | Disturbio de la vegetación por contaminantes atmosféricos (polvo) | Moderado, Acumulativo, Temporal | Afectación de la fotosíntesis, crecimiento y la salud vegetal | P3 | **Riego de superficies**, mantener húmedas las superficies expuestas al levantamiento de partículas de polvo, durante los 4 meses de estiaje (marzo, abril, mayo) | **Cumplimiento de cobertura:**<br>$\frac{Sup.efectivamente\ regada}{Sup.total\ programada} X\ 100$<br>No. riegos (periodo). |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Fauna | Predisposición a la caza, saqueo, atropellamiento o muerte de animales | Moderado, Temporal | Pérdida de especies y diversidad genética | M2 | **Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**, al inicio de actividades de despalme, durante el periodo de despalme (en 3 años consecutivos). | **Cumplimiento de cobertura:**<br>$\frac{Ahuyentamientos\ realizados}{Ahuyentamientos\ progrtamados} X\ 100$<br>Jornadas/días de actividad.<br>No. ejemplares rescatados y reubicados. |
| | | | Modificación del hábitat | Moderado, Temporal | Aislamiento, cambios en las interacciones ecológicas | | | |
| | | | Molestias por la generación de ruido y vibraciones | Moderado, Fugaz | Desorientación, estrés, comunicación y capacidad de los animales para alimentarse y aparearse | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, diariamente durante el periodo de despalme. | Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo. |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Suelo | Alteración de las propiedades físicas | Moderado Acumulativo | Pérdida de humedad, disminución de nutrientes | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación**, llevar a cabo el picado y dispersión | Vol. de material recuperado<br>Sup. Cubierta en sitio de utilización. |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | | | (excavación compactación) | Residual | orgánicos, alteración de la actividad microbiana y degradación de la estructura del suelo | | de los residuos vegetales y la colocación del mantillo en el sitio de reubicación y áreas verdes del proyecto para su integración al suelo | |
| | | | Alteración de la calidad por derrame de hidrocarburos | Moderado Temporal | Disminución de la capacidad de retención de agua, alteraciones químicas y biológicas | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, con la finalidad de evitar el derrame de aceites, con periodicidad semanal | **Cumplimiento del programa de revisiones:** $\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$ Revisiones mensuales Mantenimientos anuales |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Agua | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | Severo Temporal | Alteración del balance hidrológico | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación** consistente en el rescate y reubicación de flora, para mitigar la infiltración. | **Cumplimiento de cobertura:** $\frac{Ejemplares\ reubicados}{Ejemplares\ programados} X\ 100$ Total, de ejemplares programados Sobrevivencia ≥ 80% |
| | | | | | | C1 | **Ejecutar el programa de reforestación** con terrazas individuales a ejecutarse en un año y su mantenimiento durante 5 años, para recuperar la cobertura de una superficie similar a la afectada con el CUSTF | Cumplimiento del programa: $\frac{Terrazas\ indiv.\ realizadas}{Terrazas\ indiv.programadas} X\ 100$ Total: 1560 terrazas |
| | | | Alteración de la calidad por derrame de hidrocarburos | Moderado Temporal | Afectación de escurrimientos y mantos acuíferos | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, con la finalidad de evitar el derrame de aceites, con periodicidad semanal | **Cumplimiento del programa de revisiones:** $\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$ Revisiones mensuales Mantenimientos anuales |
| | | | Cambios en la calidad por el aporte de sedimentos Turbidez | Moderado Temporal | Alteración de ecosistemas acuáticos, sedimentación | P5 | **Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias**, con la finalidad de no exponer materiales finos al arrastre por los escurrimientos temporales, en el periodo de lluvias, durante el plazo contemplado para esta actividad. | **Cumplimiento de restricción por condiciones climáticas:** $\frac{Días\ /\ Horas\ con\ lluvia\ donde\ se\ limitó\ el\ uso}{Total\ de\ días\ /\ horas\ con\ lluvia\ registrados} X\ 100$ Número de días con lluvia en el periodo sin operación de maquinaria. |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Aire | Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes | Moderado Temporal | Alteración de patrones climáticos, impacto en la salud pública | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, contando con la afinación correspondiente, para | **Cumplimiento del programa de revisiones:** $\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$ |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | | | | | | | reducir las emisiones contaminantes, anualmente durante la vigencia del proyecto | Revisiones mensuales<br>Mantenimientos anuales |
| Preparación del sitio | Trazo y despalme | Paisaje | Interrupción de la naturalidad por el tránsito constante de vehículos | Moderado<br>Fugaz | Diminución del bienestar general | P6 | **Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica**, evitando la circulación y/o acumulación fuera de las áreas del proyecto; integrando medidas de resiliencia y respuesta ante bloqueos o daños. Durante el traslado de materiales | **Volumen de tránsito:**<br>*Volumen = No. total de vehículos y maquinaria registrados en el periodo.*<br>Cantidad de maquinaria y transporte circulando / volumen de obra. |
| | | Infraestructura y servicios | Obstrucción y o daño a la infraestructura en la ruta al proyecto | | | | | |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades | Suelo | Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación) | Severo<br>Residual | Disminución de infiltración y drenaje, alteración de microbiota del suelo | P7 | **Delimitación del área de trabajo**, a fin de controlar el tránsito y reposo de maquinaria y materiales de construcción fuera de las áreas contempladas, evitando la compactación de superficies adicionales, durante la vigencia del proyecto; durante la vigencia del proyecto | **Cumplimiento de la delimitación:**<br>Mide si se respeta la delimitación y si todos los equipos cuentan con el espacio asignado<br>$\frac{No.\ de\ máquinas\ en\ espacios\ delimitados}{Total\ de\ maquinaria\ registrada\ para\ reposo} X\ 100$ |
| | Construcción progresiva de viviendas<br><br>Pavimentación de calle | | | | | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación**, llevar a cabo el picado y dispersión de los residuos vegetales y la colocación del mantillo en el sitio de reubicación y áreas verdes del proyecto para su integración al suelo. | Vol. de material recuperado<br>Superficie cubierta. |
| Construcción | Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable | Suelo | Alteración de las propiedades físicas (excavación y compactación) | Moderado<br>Permanente | Disminución de infiltración y drenaje, alteración de microbiota del suelo | P7 | **Delimitación del área de trabajo**, a fin de controlar el tránsito y reposo de maquinaria y materiales de construcción fuera de las áreas contempladas, evitando la compactación de superficies adicionales, durante la vigencia del proyecto; durante la vigencia del proyecto | **Cumplimiento de la delimitación:**<br>Mide si se respeta la delimitación y si todos los equipos cuentan con el espacio asignado<br>$\frac{No.\ de\ máquinas\ en\ espacios\ delimitados}{Total\ de\ maquinaria\ registrada\ para\ reposo} X\ 100$ |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades | Suelo | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | Moderado<br>Temporal | Disminución de la capacidad de retención de agua, alteraciones químicas y biológicas | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, con la finalidad de evitar el derrame de aceites, con periodicidad semanal y el mantenimiento en función de la programación por tipo de maquinaria | **Cumplimiento del programa de revisiones:**<br>$\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$<br>Revisiones mensuales<br>Mantenimientos anuales |
| | Red de drenaje<br>Red de agua potable | | | | | P8 | **Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames**, | **Indicadores de control y registro:** |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | Pavimentación de calles | | | | | | evitando la contaminación o llevando a cabo la remediación; en el momento que ocurra. | Mide que tan bien se lleva el control de los movimientos del combustible<br>$\frac{Operaciones\ resalizadas\ correctamente}{Total\ de\ operaciones\ realizadas} X\ 100$<br>No. contención de derrames volumen contenido |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Suelo | Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica) | Severo Temporal | Alteración de ecosistemas | P5 | **Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias**, con la finalidad de no exponer materiales finos al arrastre por los escurrimientos temporales, en los meses de junio a septiembre, durante el periodo contemplado para esta actividad. | **Cumplimiento de restricción por condiciones climáticas:**<br>$\frac{Días\ /\ Horas\ con\ lluvia\ donde\ se\ limitó\ el\ uso}{Total\ de\ días\ /\ horas\ con\ lluvia\ registrados} X\ 100$<br>Número de días con lluvia en el periodo sin operación de maquinaria. |
| | | | | | | M4 | **Ejecutar el programa de conservación de suelos**, para retener la erosión de los suelos en el sitio de construcción. A realizarse durante la preparación del sitio. | **Cumplimiento del programa:**<br>$\frac{Cantidad\ de\ barreras\ de\ piedra\ realizadas}{Cantidad\ de\ barreras\ de\ piedra\ programadas} X\ 100$<br>7 barreras (300 metros lineales)<br>Volumen de suelo retenido. |
| Construcción | Nivelación y compactación de vialidades<br>Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable<br>Acondicionamiento de áreas verdes | Suelo | Pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica) | Moderado Temporal | Alteración de ecosistemas | P5 | **Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias**, con la finalidad de no exponer materiales finos al arrastre por los escurrimientos temporales, en el periodo de lluvias, durante el plazo contemplado para esta actividad. | **Cumplimiento de restricción por condiciones climáticas:**<br>$\frac{Días\ /\ Horas\ con\ lluvia\ donde\ se\ limitó\ el\ uso}{Total\ de\ días\ /\ horas\ con\ lluvia\ registrados} X\ 100$<br>Número de días con lluvia en el periodo sin operación de maquinaria. |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Agua | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | Severo Residual | Alteración del balance hidrológico | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación** consistente en el rescate y reubicación de flora, para mitigar la infiltración. | Cumplimiento de cobertura:<br>$\frac{Ejemplares\ reubicados}{Ejemplares\ programados} X\ 100$<br>Total, de ejemplares programados<br>Sobrevivencia ≥ 80% |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | Nivelación y compactación de vialidades | | | | | C1 | **Ejecutar el programa de reforestación** con terrazas individuales a ejecutarse en un año y su mantenimiento durante 5 años, para recuperar la cobertura de una superficie similar a la afectada con el CUSTF | **Cumplimiento del programa:** $\frac{Terrazas\ indiv.\ realizadas}{Terrazas\ indiv.programadas} X\ 100$<br>Total: 1560 terrazas |
| | Pavimentación de calles | | | | | M5 | **Encausamiento y regulación de las aguas pluviales** captadas en las superficies del proyecto, favoreciendo la infiltración, durante el periodo de lluvias durante la vida útil del proyecto. | **Volumen de agua regulado:** Cantidad de agua pluvial que es captada, conducida o almacenada correctamente en comparación con el volumen total generado. $\frac{Volúmen\ gestionado\ adecuadamente}{Volumen\ total\ de\ agua\ precipitada} X\ 100$ |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Agua | Cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) | Moderado Temporal | Alteración del balance hidrológico, Contaminación con aguas sanitarias, saturación de la capacidad de la PTAR. | M5 | **Encausamiento y regulación de las aguas pluviales** captadas en la los techos de las viviendas dirigiéndolas a la superficie de absorción del lote. favoreciendo la infiltración, durante el periodo de lluvias durante la vida útil del proyecto. | **Cobertura de sistemas de captación y conducción:** Porcentaje de viviendas que cuentan con techos impermeables, canales, bajadas y desagües en buen estado $\frac{Total\ de\ viviendas\ con\ infraestructura\ funcional}{Total\ de\ viviendas\ evaluadas} X\ 100$ |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Agua | Alteración de la calidad por derrames de hidrocarburos | Moderado Temporal | Afectación de escurrimientos y mantos acuíferos | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, con la finalidad de evitar el derrame de aceites, con periodicidad semanal | **Cumplimiento del programa de revisiones:** $\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$<br>Revisiones mensuales<br>Mantenimientos anuales |
| | Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable<br>Pavimentación de calles | | | | | P8 | **Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames**, evitando la contaminación o llevando a cabo la remediación; en el momento que ocurra. | **Indicadores de control y registro:** Mide que tan bien se lleva el control de los movimientos del combustible $\frac{Operaciones\ resalizadas\ correctamente}{Total\ de\ operaciones\ realizadas} X\ 100$<br>No. contención de derrames volumen contenido |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Pavimentación de calles | Agua | Cambios en la calidad por el aporte de sedimentos turbidez | Moderado Temporal | Alteración de ecosistemas acuáticos, sedimentación | P5 | **Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias**, con la finalidad de no exponer materiales finos al arrastre por los escurrimientos temporales, en temporada de lluvias, durante el plazo contemplado para esta actividad. | **Cumplimiento de restricción por condiciones climáticas:**<br>$\frac{Días\ /\ Horas\ con\ lluvia\ donde\ se\ limitó\ el\ uso}{Total\ de\ días\ /\ horas\ con\ lluvia\ registrados} X\ 100$<br>Número de días con lluvia en el periodo sin operación de maquinaria. |
| Construcción | Cortes y acarreo en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable<br>Pavimentación de calles | Aire | Cambios en la calidad por la emisión de gases contaminantes | Moderado Temporal | Alteración de patrones climáticos, impacto en la salud pública | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, contando con la afinación correspondiente, para reducir las emisiones contaminantes, anualmente durante la vigencia del proyecto | **Cumplimiento del programa de revisiones:**<br>$\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$<br>Revisiones mensuales<br>Mantenimientos anuales |
| Construcción | Cortes y acarreo en apertura de vialidades | Aire | Incremento de emisiones de material particulado (polvo) | Moderado Fugaz | Obstrucción de la visibilidad, riesgo de accidentes y daños a la salud pública. | P3 | **Riego de superficies**, mantener húmedas las superficies expuestas al levantamiento de partículas de polvo, durante los meses de estiaje (marzo, abril, mayo) | **Cumplimiento de cobertura:**<br>$\frac{Sup.efectivamente\ regada}{Sup.total\ programada} X\ 100$<br>No. riegos (periodo). |
| | Nivelación y compactación de vialidades | | | | | P9 | **Circulación de camiones cubiertos con lona**, para evitar la dispersión de polvo desde el sitio de carga al sitio de vaciado; diariamente durante el traslado de materiales. | **Cumplimiento de cobertura:**<br>$\frac{No.de\ Vehículos\ cubiertos}{Total\ de\ vehículos\ circulando} X\ 100$<br>90% medida muy eficaz, respeto generalizado; 70-90% aceptable con margen de mejora; <70 baja eficiencia. |
| | Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable<br>Pavimentación de calles | | | | | P10 | **Moderación de la velocidad de circulación**, en la superficie de construcción para evitar el levantamiento de polvo en las terracerías; diariamente durante el acarreo de materiales | **Indicador de cumplimiento y respuesta:**<br>Mide si los conductores respetan el límite de velocidad establecido.<br>$\frac{No.de\ Vehículos\ dentro\ del\ límite}{Total\ de\ vehículos\ medidos} X\ 100$<br>90% medida muy eficaz, respeto generalizado; 70-90% aceptable con margen de mejora; <70 baja eficiencia |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | | | | | | | | 2 letreros indicativos. |
| Construcción | Cortes y acarreo en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades | Aire | Incremento de niveles de ruido y vibraciones | Moderado, Fugaz | Afectación de la salud física y mental de las personas; alteración de la salud y bienestar del ecosistema | P1 | **Plática anual de concientización ambiental** a los trabajadores, al inicio de las actividades a fin de evitar el uso del claxon en vehículo o el uso de bocinas con alto volumen en el sitio de trabajo. | **Disponibilidad al cambio:** % de trabajadores que declararon estar dispuestos a aplicar las recomendaciones o conocimientos adquiridos.<br>**Cambio en comportamientos:** Diferencia porcentual entre la frecuencia de prácticas adecuadas antes y después de la actividad. Mediciones de ruido ambiental conforme a la NOM. |
| | Red de drenaje sanitario<br>Pavimentación de calles | | | | | P4 | **Revisión y mantenimiento a la maquinaria**, lubricando las partes móviles para disminuir el ruido por la fricción de metales. Con una frecuencia en función del tipo de maquinaria e intensidad de uso. | **Cumplimiento del programa de revisiones:** $\frac{Revisiones\ realizadas}{Revisiones\ programadas} X\ 100$<br>Revisiones mensuales<br>Mantenimientos anuales |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Aire | Cambios en la dirección y velocidad del viento | Moderado Permanente | Efecto barrera, modificación del microclima urbano | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de construcción; Durante la construcción, con la finalidad de no establecer infraestructuras que bloqueen la dirección del viento. | **Tasa de cumplimiento:** $\frac{Viviendas\ cumpliendo\ la\ normatividad}{Total\ de\ viviendas} X100$ |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Paisaje | Cambios en la naturalidad por (cortes /o presencia de infraestructura permanente) | Crítico, Permanente, Residual | Degradación del entorno, Alteraciones ecológicas indirectas, Introducción de especies invasoras. | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de construcción; Durante la construcción, con la finalidad de no establecer infraestructuras que bloqueen la dirección del viento, respetar los espacios aéreos y públicos. | **Tasa de cumplimiento:** $\frac{Viviendas\ cumpliendo\ la\ normatividad}{Total\ de\ viviendas} X100$ |
| Construcción | Cortes y acarreo en apertura de vialidades | Paisaje | Cambios en la naturalidad por (cortes /o presencia de infraestructura permanente) | Severo, Permanente | Degradación del entorno, Alteraciones ecológicas indirectas. | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de construcción; Durante la construcción, con la finalidad de mantener la proporción de superficies señaladas en la normatividad. | **Porcentaje de cumplimiento de obligaciones legales:** Cumplimiento de plazos y requisitos $\frac{Requisitos\ cumplidos\ en\ tiempo\ y\ forma}{Total\ de\ obligaciones\ normativas} X100$ |
| Construcción | Pavimentación de calles | Paisaje | Cambios en la naturalidad por (cortes | Moderado Permanente | Degradación del entorno | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de | **Porcentaje de cumplimiento de obligaciones legales:** |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | Electrificación | | /o presencia de infraestructura permanente) | | | | construcción; Durante la construcción, para mantener las características específicas, arquitectónicas, urbanísticas | Cumplimiento de plazos y requisitos $\frac{Requisitos\ cumplidos\ en\ timepo\ y\ forma}{Total\ de\ obligaciones\ normativas} X100$ |
| Construcción | Cortes y acarreo en vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Construcción progresiva de viviendas<br>Pavimentación de calles | Paisaje | Interrupción de la naturalidad por el tránsito constante de vehículos | Moderado Fugaz | Diminución del bienestar general | P6 | **Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica**, evitando la circulación y/o acumulación fuera de las áreas del proyecto; integrando medidas de resiliencia y respuesta ante bloqueos o daños. Durante el traslado de materiales. | **Volumen de tránsito:** *Volumen = No. total de vehículos y maquinaria registrados en el periodo.* Cantidad de maquinaria y transporte circulando / volumen de obra. |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Paisaje | Cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos dispersos | Moderado Temporal | Efectos negativos en la percepción pública, contaminación visual y ambiental | P1 | **Plática anual de concientización ambiental** a los trabajadores, instrucción de la separación y disposición adecuada de los residuos generados en el proyecto, organización de jornadas de limpieza en la superficie del proyecto. | **Disponibilidad al cambio:** % de trabajadores que declararon estar dispuestos a aplicar las recomendaciones o conocimientos adquiridos. Cambio en comportamientos: Diferencia porcentual entre la frecuencia de prácticas adecuadas antes y después de la actividad. |
| | Pavimentación de calles<br>Acondicionamiento de áreas verdes | | | | | P11 | **Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial**, llevando a cabo la colocación de 2 contenedores rotulados, separación y traslado de residuos sólidos urbanos al relleno sanitario y los de manejo especial a centros de acopio y banco de tiro; durante la vigencia del proyecto. | **Tasa de reciclaje y reutilización:** Porcentaje del total de los residuos que se recupera y reingresan a la cadena productiva. $\frac{Residuos\ reciclados}{Total\ de\ residuos\ gestionados} X\ 100$ |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Red de drenaje sanitario<br>Red de agua potable | Paisaje | Cambios en la naturalidad (por concentración de personal, maquinaria y materiales de construcción) | Moderado, Temporal | Efectos negativos en la percepción pública, contaminación visual | M7 | **Planificación espacial de obra**, ejecutando por etapas o frentes de trabajo las actividades constructivas, evitando la concentración de maquinaria y equipos en desuso y la concentración excesiva de materiales de construcción. Durante la vigencia del proyecto. | **Cumplimiento de la planificación:** Mide si se respeta la delimitación de los frentes de trabajo con el espacio asignado $\frac{Espacio\ delimitado\ (frente\ de\ trabajo)}{Superficie\ total\ del\ proyecto} X100$ |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | Construcción progresiva de viviendas<br>Pavimentación de calles | | | | | | | |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Pavimentación de calles | Vegetación | Disturbio de la vegetación por contaminantes atmosféricos (polvo) | Moderado, Temporal | Afectación de la fotosíntesis, crecimiento y la salud vegetal | P3 | **Riego de superficies**, mantener húmedas las superficies expuestas al levantamiento de partículas de polvo, durante los 4 meses de estiaje (marzo, abril, mayo) | **Cumplimiento de cobertura:** $\frac{Sup.efectivamente\ regada}{Sup.total\ programada} X\ 100$ No. riegos (periodo). |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas<br>Acondicionamiento de áreas verdes | Vegetación | Eliminación y reducción de la cubierta forestal | Moderado, Temporal | Aumento en la contaminación del aire, aumento en la temperatura, impacto en la calidad de vida. | C2 | **Arborización de áreas verdes y aceras**; realizar la plantación de árboles y arbustos en banquetas y áreas verdes del fraccionamiento; dos jornadas de arborización. | **Cumplimiento de metas:** Mide si se alcanzó lo programado y obligatorio $\frac{\text{Árboles efectivamente plantados}}{\text{Árboles comprometidos (meta programada)}} X\ 100$ 2 jornadas de arborización No. De árboles y arbustos plantados (uno por lote) |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Vegetación | Cambios en los patrones de población de distribución y poblamiento | Severo Temporal | Disminución de la diversidad y pérdida del hábitat | M1 | **Ejecutar el programa de manejo de vegetación**, mantener arbolado en pie, con la finalidad de integrarse a la superficie de CAS de los lotes, durante la vida útil del proyecto. | **Cumplimiento de cobertura:** $\frac{Ejemplares\ en\ pie}{Ejemplares\ programados} X\ 100$ Total de ejemplares programados Sobrevivencia ≥ 80% |
| | | | Cambios en la conservación de la diversidad de especies | Moderado, Temporal | Pérdida de hábitats y servicios ecosistémicos | | | |
| Construcción | Construcción progresiva de viviendas | Fauna | Cambios en la migración y comportamiento de las especies | Moderado Permanente | Efecto barrera, modificación del microclima urbano | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de construcción; Durante la construcción, con la finalidad de no establecer infraestructuras que bloqueen la distribución de las especies. | **Porcentaje de cumplimiento de obligaciones legales:** Cumplimiento de plazos y requisitos $\frac{\text{Requisitos cumplidos en timepo y forma}}{\text{Total de obligaciones normativas}} x100$ |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades | Fauna | Predisposición a la caza, saqueo, atropellamiento o muerte de animales | Moderado, Temporal | Pérdida de especies y diversidad genética | P1 | **Plática anual de concientización ambiental** a los trabajadores, a fin de evitar el saqueo y daño a la fauna silvestre. | **Disponibilidad al cambio:** % de trabajadores que declararon estar dispuestos a aplicar las recomendaciones o conocimientos adquiridos. |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | | | | | | | | **Cambio en comportamientos:** Diferencia porcentual entre la frecuencia de prácticas adecuadas antes y después de la actividad. |
| | Pavimentación de calles | | | | | P2 | **Colocación de letreros prohibiendo la cacería y alusivos al cuidado de fauna silvestre**, para prevenir daños a la fauna silvestre; al inicio de las actividades y su permanencia durante la vigencia del proyecto | **Cumplimiento de cobertura:** $\frac{Señalamientos\ colocados}{total\ de\ Señalamientos\ programados} X\ 100$ 4 letreros colocados y mantenidos |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Red de drenaje sanitario<br>Pavimentación de calles | Fauna | Molestias por la generación de ruido y vibraciones | Moderado, Fugaz | Desorientación, estrés, comunicación y capacidad de los animales para alimentarse y aparearse | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, diariamente durante la vigencia del proyecto | Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo. |
| Construcción | Acondicionamiento de áreas verdes | Fauna | Modificación del hábitat | Moderado, Temporal | Aislamiento, cambios en las interacciones ecológicas | M2 | **Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**, al inicio de actividades de despalme, durante el periodo de despalme (en 3 años consecutivos). | **Cumplimiento de cobertura:** $\frac{Ahuyentamientos\ realizados}{Ahuyentamientos\ progrtamados} X\ 100$ Jornadas/días de actividad.<br>No. ejemplares rescatados y reubicados. |
| Construcción | Cortes y acarreos en apertura de vialidades<br>Nivelación y compactación de vialidades<br>Pavimentación de calles | Infraestructura y servicios | Obstrucción y/o daño a la infraestructura en la ruta del proyecto | Moderado, Temporal | Riesgo de seguridad, Deterioro | P6 | **Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica**, evitando la circulación y/o acumulación fuera de las áreas del proyecto; integrando medidas de resiliencia y respuesta ante bloqueos o daños, durante el traslado de materiales. | **Volumen de tránsito:** *Volumen = No. total de vehículos y maquinaria registrados en el periodo.* Cantidad de maquinaria y transporte circulando / volumen de obra. |
| Construcción | Pavimentación de calles | Socioeconómico | Molestias a la población por la generación de ruido, gases de la combustión y polvo | Severo, Fugaz | Tensión psicofisiológica, y vulnerabilidad a enfermedades respiratorias. | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, diariamente durante la vigencia del proyecto | Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo. |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| Construcción | Nivelación y compactación de vialidades<br>Construcción progresiva de viviendas | Socioeconómico | Molestias a la población por la generación de ruido, gases de la combustión y polvo | Moderado, Fugaz | Diminución del bienestar general | P6 | **Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica,** evitando la circulación y/o acumulación fuera de las áreas del proyecto; integrando medidas de resiliencia y respuesta ante bloqueos o daños. Durante el traslado de materiales. | **Reducción de quejas y denuncias:** Mide el cambio en la cantidad de reportes por ruido o caos vial $\frac{Quejas\ periodo\ anterior-actual}{Quejas\ periodo\ anterior} X\ 100$ |
| Operación y mantenimiento | Descarga de aguas residuales sanitarias | Suelo | Alteración de la calidad por residuos sólidos, líquidos y sanitarios | Moderado Temporal | Lixiviados, contaminación de agua superficial y subterránea | P12 | **Gestión de aguas pluviales**; busca controlar la escorrentía, evitando introducirlas al sistema de drenaje, reduciendo el volumen de agua residual y evitado desbordamientos y contaminación del suelo. | **Eficiencia de obras de separación y desvío:** Mide que porcentaje del agua pluvial es captada y enviada a su cauce o red propia, sin tocar la sanitaria. $\frac{Volumen\ pluvial\ desviado\ correctamente}{Volumen\ total\ de\ lluvia\ generado} X\ 100$ |
| Operación y mantenimiento | Descarga de aguas residuales sanitarias | Agua | Cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios | Severo Permanente | Eutrofización, contaminación de fuentes de agua. | P12 | **Gestión de aguas pluviales**; busca controlar la escorrentía, evitando introducirlas al sistema de drenaje, reduciendo el volumen de agua residual y evitado desbordamientos y contaminación del suelo. | **Eficiencia de obras de separación y desvío:** Mide que porcentaje del agua pluvial es captada y enviada a su cauce o red propia, sin tocar la sanitaria. $\frac{Volumen\ pluvial\ desviado\ correctamente}{Volumen\ total\ de\ lluvia\ generado} X\ 100$ |
| | | | | | | M8 | **Uso racional del agua**, con el objeto de reducir al mínimo indispensable el volumen de agua utilizada, aprovechada o consumida, para disminuir proporcionalmente la cantidad de agua residual generada, evitando así la descarga de grandes volúmenes a la red de drenaje, haciendo eficiente su tratamiento. | **Índice de cumplimiento cultural:** Porcentaje de la población o trabajadores que conocen la prohibición y la respetan $\frac{Personas\ que\ cumplen\ y\ no\ arrojan\ residuos}{Total\ de\ personas\ evaluadas} X\ 100$ |
| | Generación de residuos sólidos urbanos | Agua | Cambios en la calidad por presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios | Moderado Temporal | Contaminación de fuentes de agua. | P11 | **Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial,** con la finalidad de minimizar la generación de residuos y priorizar la valorización de los mismos, mediante propuestas de manejo eficientes y viables involucrando a los usuarios. Durante el periodo de vida útil del proyecto. | **Tasa de reciclaje y reutilización:** Porcentaje del total de los residuos que se recupera y reingresan a la cadena productiva. $\frac{Residuos\ reciclados}{Total\ de\ residuos\ gestionados} X\ 100$ |
| Operación y mantenimiento | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | Agua | Cambios en la calidad por el aporte de sedimentos turbidez | Moderado Temporal | Alteración de ecosistemas acuáticos, sedimentación | P5 | **Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias**, con la finalidad de no exponer materiales finos al arrastre por los | **Cumplimiento de restricción por condiciones climáticas:** |

| Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades | | | | | | Medidas a implementar durante cada una de las etapas del proyecto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Etapa del proyecto** | **Obra o actividad del proyecto** | **Componente o subcomponente ambiental en el que incide** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto** | **Efectos** | **Tipo de medida** | **Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución.** | **Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia** |
| | | | | | | | escurrimientos temporales, en temporada de lluvias, durante el plazo contemplado para esta actividad. | $\frac{Días\ /\ Horas\ con\ lluvia\ donde\ se\ limitó\ el\ uso}{Total\ de\ días\ /\ horas\ con\ lluvia\ registrados} X\ 100$ Número de días con lluvia en el periodo sin operación de maquinaria. |
| Operación y mantenimiento | Mantenimiento de servicios y espacios urbanos | Fauna | Modificación del hábitat | Moderado, Temporal | Aislamiento, cambios en las interacciones ecológicas | M3 | **Ajuste de la jornada de trabajo** (de 8:00 am a 6:00pm), Evitar el movimiento de camiones y maquinaria y la emisión de fuertes ruidos, durante la actividad | Jornadas de 8 horas de trabajo |
| Operación y mantenimiento | Consumo de electricidad | Socioeconómico | Intermitencia o desabasto por el incremento de usuarios | Moderado, Fugaz | Afectación al bienestar y calidad de vida; sobrecalentamiento, incendios, riesgos | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de construcción municipal y coeficientes de construcción; conexiones perfectas, materiales certificados, calibres adecuados, puesta a tierra correcta; cantidad y distribución de transformadores, adecuados; supervisión durante la instalación de la red. | Apego total a NOM-001-SEDE, normas CFE, Reglamentos locales. Capacidad de carga calculada con factor de demanda, según número de viviendas, por CFE. |
| Operación y mantenimiento | Descarga de aguas residuales sanitarias<br>Generación de residuos sólido urbanos | Socioeconómico | Uso o aprovechamiento inadecuado de recursos disponibles | Moderado Temporal | Acumulación y dispersión de contaminantes, vertederos no controlados, afectaciones la salud pública y al ambiente | M6 | **Cumplimiento de reglamentos** de uso de servicios públicos, durante el periodo de vida útil del proyecto. | **Índice de cumplimiento cultural:** Porcentaje de la población o trabajadores que conocen la prohibición y la respetan $\frac{Personas\ que\ cumplen\ y\ no\ arrojan\ residuos}{Total\ de\ personas\ evaluadas} X\ 100$ |

## IV.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Erosión del suelo**<br><br>Actualmente se estima una tasa de erosión de 115.212 ton por hectárea por año en la RE; en la superficie de cambio de uso de suelo la pérdida actual se estima en aproximadamente 314.714 toneladas al año. El desarrollo de las actividades en la superficie de las vialidades, así como el Despalme, podrían originar un incremento en la erosión a pérdida por procesos erosivos (erosión hídrica y eólica), debido a que en estas actividades se lleva a cabo el movimiento de tierras en cantidades considerables.<br><br>Con la remoción de la vegetación por el cambio de uso de suelo forestal, se incrementa el potencial de pérdida de suelo en 267.526 ton/año (diferencia entre la erosión actual total en el sitio y con el proyecto en el plazo de 1 año).<br><br>Se prevén impactos irreversibles por las actividades para la apertura y pavimentación de las calles alterando las propiedades físicas y la pérdida del suelo dentro y fuera de la superficie de construcción. Mayormente este impacto es sin opción a recuperación in situ, porque se pretende su ocupación permanente con la urbanización del predio.<br><br>Los materiales excavados generan un volumen considerable sin compactación, ocasionando que ante la presencia de lluvias puedan ser erosionados con facilidad.<br><br>La maquinaria sin un control o revisión previa es una causa importante de la contaminación de los suelos por derrames de aceites de los sistemas hidráulicos principalmente, además de grasas y combustibles. Generalmente el mantenimiento se realiza en el sitio de descompostura sin un control de los residuos generados los cuales quedan tirados en los sitios de reparación. | Se restringirá el espacio para las maniobras de corte, carga y descarga de materiales; con esta medida se evitará la compactación del suelo por el tránsito de maquinaria y personal fuera de las superficies establecidas por el proyecto. El CUSTF se realizará fuera de la época de lluvias a fin de disminuir las posibilidades de erosión hídrica. Se empleará maquinaria en buen estado, evitando el derrame accidental de hidrocarburos. El suelo contaminado accidentalmente será dispuesto en contenedores herméticos para su adecuada gestión.<br><br>Se realizarán obras de conservación de suelos consistentes en la construcción de 300 ml de barrera de piedra acomodada para la retención de sedimentos en la parte baja del predio.<br><br>Se ejecutará el programa de manejo de vegetación con la reubicación de 1,908 ejemplares flora, en una superficie de 1.0 ha y la pica y dispersión de residuos vegetales del desmonte para proteger el suelo; la reforestación de 2.8 hectáreas con especies nativas; se fortalecerá la cubierta del suelo, reduciendo la pérdida de suelo por el factor del viento. Así mismo, se lleva a cabo el picado y dispersión de ramas y ramillas resultantes del desmonte en donde el suelo se encuentre más desprotegido, a fin de brindarle una capa que lo proteja de la erosión.<br><br>Con las medidas de mitigación se retienen **542.007 ton de suelo**, que es superior a las **270.884 ton** que se incrementa la perdida de suelo al remover la vegetación, teniendo un balance positivo de **271.123 ton de suelo retenido al año 5**.<br><br>Con la implementación de las medidas se observa un escenario sin pérdida de suelos; se logran mantener controlados e interceptarlos en las obras dentro de la superficie del proyecto, previniendo que se trasporten a partes bajas en donde se ocasionen azolves en las colonias con las que colinda o los escurrimientos cercanos.<br><br>La construcción de viviendas, y la pavimentación de las vialidades, evitaran superficies con suelos expuestos a la erosión por lo que se prevé que la erosión será controlada y mitigada. Se previene la contaminación del suelo empleando solo maquinaria en buenas condiciones, realizando las revisiones de rutina, las reparaciones oportunas en sitios acondicionados para evitar el contacto de derrames en el suelo; y se lleva a cabo el adecuado control y manejo de los residuos peligrosos. |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Balance hídrico**<br>La infiltración en el área del proyecto es de 22,408.64 m3/año en las 2.7316 ha que presentan vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.<br>En la hidrología superficial se prevé la generación de impactos severos y moderados que suponen cambios en el patrón de drenaje (escurrimiento e infiltración) por las actividades de Desmonte y Despalme, debido a que se elimina el mantillo que retine la humedad y favorece la infiltración; Los cortes ante la presencia de lluvias se constituyen en nuevas rutas que pueden concentrar los escurrimientos y con pendientes que derivan el agua pluvial captada en su superficie fuera de ella.<br>La afectación que el proyecto generará al recurso hídrico tiene que ver con la reducción de la infiltración que se lleva a cabo en la superficie del predio que cuenta con cubierta forestal. La ejecución del cambio de uso de suelo implicaría una disminución en la recarga hidrológica que se estima en 521.93 $m^3$ anuales.<br>La compactación de las vialidades y la construcción progresiva de viviendas, reducirá la infiltración en la superficie del proyecto, modifica la velocidad del escurrimiento superficial al sacarlas de la superficie de urbanización y concentrarlas en puntos específicos.<br>Debido al intenso uso de maquinaria las descomposturas durante la operación, podrían generar goteos y derrames infiltrándose hacia el agua subterránea y escurrimientos pluviales, contaminando el agua dentro de la superficie de construcción y aguas abajo al viajar por los escurrimientos naturales.<br>También se aportan sedimentos finos durante las actividades que implican el movimiento de tierras, ante la presencia de lluvias. y/o presencia de residuos sólidos, líquidos y sanitarios por la descarga inadecuada, o fuera del sistema de drenaje municipal y el depósito clandestino de residuos sólidos. | Un gran porcentaje de los impactos se consideran moderados, pueden prevenirse y remediarse; porque las actividades se pretenden realizar en el periodo de secas y alejadas de escurrimientos temporales. No se encuentran corrientes superficiales o cuerpos de agua importantes, que atraviesen el polígono de construcción. El agua captada en la superficie de las vialidades y viviendas será canalizada hacia los escurrimientos del SA.<br>La afectación a los recursos hidrológicos ocasionados por el CUSTF, se mitiga y compensa con la reforestación de 2.8 ha dentro del SA; empleando 1,680 plantas de especies nativas y la construcción de terrazas individuales complementarias a la reforestación.<br>Con la reforestación en el primer año, se obtiene una ganancia en volumen infiltrado de 237.60 m3, al año 6 después se lograría recuperar y compensar la pérdida potencial de la infiltración, teniendo 2,851.20 m3 anuales, cantidad mayor los 2,609.96 m3 anuales que se pierden con el CUSTF.<br>Maquinaria y camiones de transporte contarán con el mantenimiento previo y periódico. La recarga de combustibles se realiza en el sitio previsto, evitando derrames de aceites.<br>Los materiales de corte y relleno y materiales de construcción, quedan fuera del contacto con escurrimientos o pasos de agua. Son cargados y acarreados evitando su almacenamiento por más de tres días. Las calles llevan el bombeo al centro dirigiendo el agua pluvial hacia las áreas verdes y hacia los escurrimientos temporales; de esta manera se evita la generación de corrientes erosivas.<br>El agua potable para el consumo de los usuarios del fraccionamiento será suministrada por la CEA a razón de 34,169 $m^3$ anuales aprox. por las 78 viviendas, el Sistema Ayutla o chuveje se abastecen de aguas superficiales, por lo tanto, no se considera el abatimiento del acuífero o cambios en la calidad del agua subterránea |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Contaminación atmosférica y cambio climático**<br>El SA se ubica en una zona A de "bajo" peligro por vientos; con variaciones de 100 a 130 km/hr mayormente. Estos valores no son significativos en cuanto a erosión de suelos considerando que gran parte del SA se encuentra cubierta por vegetación, o pavimentada en el área del desarrollo urbano; solo en las áreas de cultivo son más vulnerables a la erosión durante su preparación.<br>El aforo vehicular no es de tal magnitud que genere emisiones de contaminantes considerables; percibiéndose un aíre limpio. Además, en el estado de Querétaro se lleva a cabo la verificación vehicular para mantener las emisiones de los vehículos dentro de los parámetros establecidos. El proyecto puede llegar a generar impactos severos y moderados en el aire, debido al empleo de maquinaria y vehículos de transporte (camiones de volteo) suficientes para el desarrollo de actividades.<br>Se prevé el incremento de niveles de ruido y vibraciones, y cambios en la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes; y debido al movimiento de tierras en la temporada de estiaje para evitar su erosión hídrica pero que sin embargo, se puede provocar la fuga de material particulado (polvo). Así mismo se prevén cambios moderados en la dirección y velocidad del viento por el Desmonte y la Construcción progresiva de viviendas.<br>Se considera que su afectación durante la ejecución del proyecto es puntual y fugaz y que una vez concluidas las actividades constructivas podrá volver a su estado inicial y que esta afectación solo será reflejada en el entorno inmediato al sitio de construcción proyecto y vías de comunicación por donde se llevé a cabo el acarreo de materiales.<br>La cantidad de carbono que se vería comprometida por la remoción de la vegetación forestal del predio es de 55.622 tC.<br>La cantidad de oxígeno producido bajo las condiciones actuales de la vegetación en el área de CUSTF es de alrededor de 117.565 ton de $O_2$, mismas que se verían comprometidas con su remoción. | Gran parte de los impactos al aire, pueden ser mayormente prevenidos y mitigados. Los camiones portarán lona para cubrir los materiales; circularán a baja velocidad en superficies sin recubrimiento; suspendiendo las actividades de traspaleo de tierras ante fuertes ráfagas de viento, y se realizarán riegos frecuentes evitando la formación de tolvaneras.<br>La maquinaria empleada en el proyecto cumplirá con el mantenimiento y afinación correspondiente y los vehículos de transporte con la verificación vehicular. Los ruidos son fugaces y la mayoría de los impactos serán temporales durante la etapa preparación del sitio y construcción; por lo que se mantendrá la calidad del aire en la región ecológica.<br>El control de residuos se lleva a cabo mediante la recolección separada y disponiéndolos en centros de acopio y relleno sanitario, se prohíbe su incineración.<br>Se prevé la permanencia de áreas verdes, la reubicación de la vegetación rescatada y la reforestación al interior de la RE; la pica y dispersión de residuos producto del CUST; para compensar la captura de carbono eliminado en la superficie forestal del predio.<br>Se consideran 50.804 tC que abonarán: a) la superficie sujeta a reforestación (2.8 ha); b) la reubicación de flora (1.0 ha); c) las áreas verdes del proyecto; d) de arbolado seleccionado (48 ejemplares) que se plantea dejar en pie y; e) la reincorporación de materia orgánica al suelo a través del picado de ramillas. **Después del año 6 se captan 55.374 t C.** por lo que empezaría a recuperar el contenido de carbono que dejaría de captarse por el CUSTF, que es de 55.622 tC.<br>Se consideran 13.806 t $O_2$, que producirán: a) la reubicación de flora; la reforestación; c) las áreas verdes del proyecto y; d) el arbolado seleccionado que se plantea dejar en pie. Después del año 26 se producen 127.09 ton de $O_2$, por lo que se recupera el oxígeno que dejaría de producirse por el CUSTF que es de 117.565 ton de $O_2$<br>Durante la operación del proyecto los vehículos de los habitantes contarán con la verificación vehicular correspondiente que demuestre la baja emisión de contaminantes. Se mantendrán las áreas verdes del proyecto, y las emisiones serán asimiladas por la vegetación de la región; por lo tanto, se estima un ambiente libre de gases de efecto invernadero suspendidos en el ambiente. |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Impacto visual en el paisaje durante la construcción y permanencia de infraestructura**<br><br>El predio donde se pretende la urbanización, se encuentra colindando en dos de sus lados con el asentamiento humano (zona urbana de Jalpan), y por los otros dos con vegetación forestal en una pendiente de ascenso que se eleva formando una barrera natural de respaldo y un contraste entre el ambiente urbano y el componente natural. Se prevén cambios en el paisaje por cortes en el relieve, la presencia de infraestructura de servicios y viviendas, de manera permanente.<br><br>Se generan cambios en la configuración del relieve por la apertura de calles; el movimiento de materiales y personal durante la ejecución, la apertura de zanjas y la acumulación temporal de materiales; y en la construcción de viviendas los cambios en la superficie son consecuencia de la dominancia de obras civiles con contrastes heterogéneos y la infraestructura eléctrica es impactando el espacio aéreo.<br><br>Se llevará a cabo la circulación de camiones cargados de materiales excavados, al interior del predio y en las calles de acceso. En la superficie del proyecto la presencia de maquinaria y personal en distintas áreas. La existencia de infraestructura de apoyo como sanitarios, bodega, contenedores de residuos, aunado al depósito de materiales excavados depositados al costado de las zanjas, materiales de construcción y residuos derivados denotarán un impacto visual.<br><br>En general sin la aplicación de medidas el paisaje con la ejecución del proyecto presenta condiciones de desorden desde algunos puntos de observación cercanos a él. | En el sitio de construcción y su área de influencia directa el paisaje ha perdido sus características originales, debido a la proximidad del desarrollo urbano, propiciando procesos de deterioro.<br><br>Algunos de los impactos que recibirá con el proyecto no podrán ser mitigados o compensados totalmente (impactos residuales), debido a la construcción de infraestructura y viviendas que permanecerán durante toda la vida útil; pero que se ubican en una superficie contemplada para el crecimiento urbano, por tal motivo sus colindancias inmediatas presentan la condición a la que se llevará la superficie propuesta.<br><br>Se removerá la cubierta forestal del área del proyecto, acción que supone la alteración del entorno paisajístico, sin embargo, no se fraccionan hábitats conservados. Se pretende la conservación de un porcentaje de arbolado en las áreas verdes del proyecto y arbolado en pie donde no interfiera con la construcción progresiva de viviendas. Se mantienen los límites de las superficies establecidas por el programa de desarrollo urbano. Se regulará el uso y permanencia de vehículos en el sitio y el apile de material por largos periodos de tiempo. La maquinaria se concentrará donde sea menos visible. Se prescindirá de la maquinaria y camiones innecesarios, retirándolas del sitio. Se realiza la disposición separada de residuos manteniendo las superficies de trabajo despejadas.<br><br>Durante la construcción de viviendas se atienden las regulaciones del Código Urbano, PDCPJS y Reglamento de Construcción, Respetando los coeficientes de construcción y áreas verdes. Se prevé que la calidad visual actual del sitio no será desmejorada, ya que pasará de un ente natural a un ente urbano con el establecimiento de infraestructura permanente, pero con una distribución ordenada y armónica con el entorno.<br><br>El predio ya urbanizado no irrumpe la continuidad del paisaje ya que, aunque sustenta vegetación forestal no se ubica en un punto sobresaliente, no se llevarán a cabo cortes profundos que dividan el relieve, solo se pretende nivelar superficies; por lo que el cambio que aporte el proyecto, no es considerable; no se afecta significativamente la visibilidad del paisaje ya que, al encontrarse en un extremo previsto para el desarrollo urbano, evitan que se constituya en una barrera u obstáculo para la apreciación de los elementos naturales y arquitectónicos.<br><br>Fuera de las superficies del proyecto se estiman que continuarán los cambios en el paisaje generados por el crecimiento urbano dentro y fuera de las superficies contempladas para ello, en tanto no se desalientes o sancionen este tipo de prácticas; tomando en cuenta que los impactos de las obras no reguladas son mayores. |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| | |
| **Reducción de la cubierta forestal por le CUSTF**<br>La urbanización del predio es una alternativa económica para el aprovechamiento de la superficie que se encuentra dentro de los limites contemplados para el crecimiento urbano con un destino Habitacional (H2)<br>Por la ejecución del proyecto se prevé la ocurrencia de impactos severos por las actividades de: Desmonte y Despalme debido a la reducción de la cubierta vegetal de selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva en una superficie de (2.7316 ha); Aunque la vegetación se cataloga en proceso de degradación, se eliminan los servicios ambientales que proporciona actualmente.<br>La superficie forestal al interior de la RE se verá reducida por la preparación del sitio. Se removerán 15.24 $m^3$ RTA conformado por un total de 3,016 individuos de 19 especies arbóreas; un total de 5,311 ejemplares de 33 especies arbustivas; 248 ejemplares de 16 especies herbáceas; y 8 ejemplares de 2 especies de cactáceas. Además, se pueden generar disturbios en la vegetación colindante por contaminantes atmosféricos (polvo) por el traspaleo de suelo y la circulación de vehículos sobre las terracerías.<br>Se generan cambios en la distribución, poblamiento y diversidad y conservación de las especies por la remoción del mantillo. La vegetación no podrá restablecerse en el sitio porque se empleará para la construcción de infraestructura permanente. | Para mitigar y compensar el impacto por la remoción de vegetación se rescatan y reubican **3 especies arbóreas en estado juvenil: *Lysiloma acapulcensis***, ***Acacia pennatula y Guazuma ulmifolia***, **6 especies arbustivas: *(Gochnatia magna, Neopringlea integrifolia, Xylosma flexuosum, Citharexylum berlandieri, Malpighia glabra, Turnera diffusa)*; y 2 especies cactáceas: *Opuntia karwinskiana*** *y* ***Opuntia puberula*** dando un total de 1,908 ejemplares reubicados.<br>Los residuos vegetales producto del desmonte, serán picados y dispersados en el área de reubicación de 1.0 ha, fomentando la germinación de semillas y la conservación de la diversidad.<br>La recuperación de la superficie forestal y los servicios ambientales que proporciona, se pretende con el establecimiento de una reforestación en 2.8 ha, dentro de la RE, con las especies *Flourensia laurifolia, Lysiloma acapulcensis, Acacia pennatula, Zanthoxylum fagara, Acacia farnesiana y Guazuma ulmifolia*<br>Durante la operación del proyecto se mantendrán las áreas verdes del fraccionamiento y se vigilará el cumplimiento de los reglamentos municipales para que se mantengan los coeficientes de absorción del suelo en cada uno de los lotes y se organizarán los colonos para el cuidado y conservación de la vegetación en los límites del fraccionamiento, denunciando hechos ilícitos que atenten contra la vegetación del SA. |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Reducción de hábitats para la fauna silvestre**<br>La ubicación del proyecto en el ANP, suponen una gran diversidad faunística, sin embrago debido a las condiciones del sitio es casi nula la probabilidad de encontrar fauna silvestre en la superficie de cambio de uso de suelo y en su área de influencia directa; dada la colindancia con el área urbana, la presencia de perros y gatos.<br>Debido que la mayoría de las especies se alejan al sentir la presencia humana se prevé que existan pocas especies en el sitio (aves principalmente y especies de lento desplazamiento), sin embargo, se plantea un escenario crítico.<br>Con el CUSTF se generarán cambios en las rutas de migración y modificación del hábitat para algunas especies de fauna silvestre. Al remover la vegetación y eliminarse el mantillo donde se encuentra una rica biota, se modifica el hábitat de algunos ejemplares de fauna que empleaban el sitio para alimentarse.<br>Se prevé el impacto a la fauna en las cercanías al sitio, por la generación de ruidos y vibraciones en las actividades de Derribo (uso de motosierras) y el uso de maquinaria en las actividades constructivas. Durante las etapas del proyecto, impactos por caza, saqueo o atropellamiento de ejemplares por la presencia de personal y circulación constante de vehículos y maquinaria sin control y vigilancia es una amenaza latente. | Antes de iniciar las actividades se lleva a cabo una plática de concientización a los trabajadores, para que reconozcan la importancia de proteger y conservar las especies faunísticas; las sanciones correspondientes por la caza, extracción, maltrato y muerte de ejemplares. Se instruye sobre las medidas de prevención y mitigación correspondientes y la vigilancia permanente para su cumplimiento.<br>Previo a la remoción de la vegetación forestal, se aplicará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre para que los vertebrados terrestres se desplacen por sus propios medios, evitando con ello que los organismos corran riesgos innecesarios y estrés. Para las especies de poca agilidad/movilidad, se emplean métodos estándares para la captura, manejo y transportación. La reubicación de ejemplares rescatados se lleva a cabo al interior de la RE en el mismo tipo de vegetación.<br>Se delimitan las áreas de trabajo evitando que la maquinaria y los trabajadores perturben a la fauna y se ajustan las jornadas laborales en actividades generadoras de ruidos se realizan a partir de las 8:00 am y hasta las 6:00 pm y se evita el uso del claxon.<br>Se designa un encargado de supervisar constantemente al personal y se realizarán recorridos de inspección para detectar la presencia de especies de fauna en el polígono de construcción.<br>Para todos los habitantes del municipio es aplicable el Reglamento de ecología para el cuidado de la flora y fauna; el comité de colonos vigilará su complimiento llevando a cabo las denuncias correspondientes. |

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO | RESULTADO DE LA APLICACIÓON DE LAS MEDIDAS |
|---|---|
| **Explotación de los recursos y generación de residuos**<br>El proyecto con una superficie total de 2.9259 ha; se localiza totalmente dentro de los límites del PDUCPJS en un uso urbano Habitacional (H2); colinda en dos de sus lados con el área urbana. Se obtienen los permisos correspondientes para la subdivisión en 78 lotes para el establecimiento de viviendas unifamiliares con un desarrollo progresivo, vialidades, servicios básicos y áreas verdes.<br>Se obtiene, el resolutivo correspondiente para realizar el CUSTF para la preparación del sitio (desmonte).<br>La urbanización consiste en la apertura de vialidades, realizar excavaciones, nivelaciones y rellenos para proveer de infraestructura para los servicios básicos agua potable, drenaje sanitario y luz eléctrica.<br>Se lleva a cabo la construcción de viviendas conforme a los lineamientos municipales. La ocupación del espacio es por tiempo prolongado e indefinido, estimándose una vida útil superior a los 100 años.<br>Durante la preparación del sitio y construcción de llevará a cabo la contratación de personal, la adquisición de materiales y servicios de procedencia local y regional.<br>Se generan impactos moderados debido a las molestias ocasionadas a la población circundante debido al tránsito de vehículos por las principales vialidades de las colonias con las que colinda, generando ruidos polvo, riesgo de accidentes; y durante la operación por la probable generación de demoras por el incremento de tránsito e intermitencia en el servicio de agua potable por el aumento en el consumo. | Se contempla la ocupación permanente con 78 viviendas unifamiliares, calles, áreas verdes y de conservación. Se tiene la capacidad de suministro de agua potable, la conducción y el tratamiento de las aguas sanitarias. Se realizarán actividades de mantenimiento por parte de los organismos operadores y promovente para preservar la infraestructura. Para los organismos operadores CEA y CFE implica la provisión de los servicios, los cuales los llevan a cabo con el respectivo cobro de cuotas.<br>Los permisos de construcción se obtienen, atendiendo el Reglamento de construcción, con estricto apego a las normas jurídicas locales, se lleva a cabo la coordinación con la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, para el cumplimiento de los Coeficientes de construcción.<br>Se realiza una adecuada separación, manejo y disposición de los residuos sólidos que se generan durante la construcción, operación y mantenimiento, promoviendo la economía circular.<br>Se dispone de servicios públicos necesarios para el bienestar de la población; se fortalece la economía local y regional, se generan empleos y se demandan materiales y servicios, propiciando una derrama económica y un patrón de consumo local y regional que beneficie la calidad de vida de la población jalpense y reste la presión a los recursos naturales.<br>Se evitan molestias a la población circundante, respetando los límites de velocidad, el uso responsable de los recursos, el manejo adecuado de los residuos y el cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables.<br>A los habitantes del fraccionamiento se aplican los reglamentos municipales para el uso de los servicios públicos, el manejo de los residuos sólidos urbanos, el cuidado del medio ambiente, la convivencia y seguridad de los habitantes. |

## IV.6. NEUTRALIZACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS, CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

### IV.6.1. OBRAS PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA EROSIÓN HÍDRICA

La erosión dentro del predio se encuentra en niveles muy fuertes, con 314.714 ton/año; y al eliminar la vegetación, la superficie queda expuesta a procesos erosivos más fuertes y el índice de erosión potencial se incrementaría a 679.353 ton/año en la superficie de construcción, siendo la erosión hídrica la que mayor impacto presenta, al pasar de 309.084 ton/año a 579.968 ton/año. En el programa de obras de conservación de suelos se presentan las memorias detalladas para el cálculo del balance que proporcionan las obras en el control de la erosión del suelo.

*Tabla 259 Panorama de la erosión hídrica y eólica del suelo con la ejecución del proyecto*

| Clase de erosión | Escenario Actual ton/predio | Escenario con proyecto ton/predio | Incremento (ton/año) |
|---|---|---|---|
| Erosión hídrica | 309.084 | 579.968 | 54.177 |
| Erosión eólica | 5.630 | 99.385 | 18.751 |
| Total | **314.714** | **679.353** | **72.928** |

Se proponen medidas que puedan mitigar dicho impacto; como la construcción de **barreras de piedra acomodada de forma perpendicular a la pendiente**.

Se selecciona un sitio con las características de degradación de suelos que evidencie la necesidad de implementar obras y medidas encaminadas a disminuir la pérdida de suelo por erosión hídrica. El área se define como **Área Aportadora de Sedimentos (*AAS*)**. Ayuda a analizar a dónde y cuánto es el potencial aporte de sedimentos que pueden confluir al punto de drenaje o desfogue donde se establecerán las diferentes obras para retener suelo; ayuda a conocer si el área donde se pretenden establecer las obras, retiene el suficiente suelo que se busca compensar.

Con la metodología descrita en el apartado del estado de conservación del suelo en la superficie del proyecto de delimitó **(AAS 1)** con un área de 12.000 has; se tiene un tasa media de erosión de 126.08 ton/ha/año (con mayor énfasis en la zona alta y en los canalillos que forma la topografía de la zona), esto representa alrededor de 1,512.948 toneladas de suelo anuales que se pierden y que, por el mecanismo natural de la gravedad, tendrían como punto de salida la parte más baja del AAS1; esto bajo las condiciones actuales.

*Tabla 260 Coordenadas de puntos de drenaje del AAS*

| Área Aportadora | Punto | X | Y |
|---|---|---|---|
| AAS1 | P1 | 449,598 | 2,347,412 |
| | P2 | 449,707 | 2,347,404 |
| | P3 | 449,803 | 2,347,362 |
| | P4 | 449,917 | 2,347,207 |

Se propone la construcción de siete barreras de piedra en la AAS1 ubicándolas en las partes bajas del predio de CUSTF en sentido contrario a la pendiente. La longitud que se pretende construir es variable en cada Área Aportadora.

| **Características de las barreras a construir en el AAS** | |
|---|---|
| Altura: | 0.90 metros |
| Grosor: | 0.7 metros |
| Longitud total de la barrera a construir: | 300 metros lineales |
| Longitud de retención (distancia horizontal a la que llegaran los azolves cuando la barrera alcance su máxima capacidad de retención): | 3.35 metros. |

Para estimar la cantidad total de sedimentos que una barrera de piedra acomodada puede retener, se utilizó la metodología propuesta por la CONAFOR en su manual de Obras y prácticas[22].

En el AAS1 se consideró: la pendiente promedio del terreno en donde se pretenden establecer estas obras la cual es de 26.9% y la altura de la barrera de piedra a curva de nivel (90 cm); aplicando la fórmula de pendiente se estima la distancia horizontal a la cual llegarán los azolves cuando la obra de conservación de suelos alcance su *máxima capacidad de retención*; para este caso es de **3.35 m** (0.90/tan 15.1°). Con estas dimensiones, se forma un triángulo rectángulo, al que se le calcula el área ((3.35 m x 0.90 m) / 2) = 1.506 $m^2$); multiplicando el área calculada por 1m de longitud; el **volumen de retención de suelo por metro lineal de barrera de piedra es de alrededor de 1.506 $m^3$**. Considerando una densidad aparente del suelo de 1.2, correspondiente a un suelo franco-arcilloso; **el peso de suelo retenido por metro lineal de barrera de piedra es de 1.8 ton/m lineal**.

**La barrera de piedra de 300 m de longitud en el AAS,** tendrán una capacidad de retención de **451.67 $m^3$ de suelo**, o lo que es igual **542.007 ton**.

[22]Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales.

*Tabla 261 Retención de suelo con las barreras de piedra acomodada.*

| Área | Pérdida total de suelo por erosión hídrica con el CUSTF (Ton/5 años) (plazo solicitado) | Retención máxima de suelo por la barrera de piedra (Ton) | Balance de suelo mitigado por la barrera (Ton) |
|---|---|---|---|
| AAS | 270.884 | 542.007 | **+271.123** |

Con la construcción de las barreras de piedra, se compensa la pérdida de suelo que generaría el CUSTF, e inclusive se retendría más de lo que se espera mitigar, por lo que se tiene un balance positivo de **271.123 toneladas en el AAS.**

**Las Obras complementarias para prevenir y controlar la erosión hídrica**

**a) Ejecutar el CUST fuera de la temporada de lluvias.** A fin de evitar pérdidas de suelo por erosión hídrica, ya sea a través del golpeteo de las gotas de lluvia o a través de escurrimiento superficial, se propone restringir las actividades de cambio de uso de suelo en la temporada más marcada de lluvia de la que se tiene registro de julio a septiembre.

**b) Reforestación de un área de escasa cobertura, empleando especies nativas.** Se realizará una reforestación de 2.8 has para compensar la pérdida de cobertura vegetal en la superficie del proyecto y, a su vez mejorar un área con el mismo ecosistema afectado dentro de la microcuenca donde se encuentra el proyecto para que se mantenga y mejore la provisión de servicios hidrológicos y ecosistémicos. Se pretende que la reforestación mitigue y compense la perdida de infiltración hídrica, así como la de erosión de suelos.

A continuación, se presenta el análisis de cómo la reforestación, disminuirá la perdida de suelo por **erosión eólica** a través de fortalecer la cobertura vegetal de un área preferentemente forestal en condición de degradación.

En el programa de conservación de suelo se presenta la memoria de cálculo detallada; a manera de resumen se presentan los resultados del análisis. Es importante señalar que en el análisis se considera la cobertura actual que presenta la superficie.

Se calcula la erosión eólica utilizando la metodología desarrollada por FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por SEDUE 1988) la cual se expresa mediante la siguiente fórmula y los datos que se presentan en la tabla:

$$EROEO = IAVIE \times CATEX \times CAUSO \quad [1]$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 * PECRE \quad [2]$$

$$PECRE = 0.2408\ (Prec.\ Media) - 0.0000372\ (Prec.\ Media)^2 - 33.1019 \quad [3]$$

*Tabla 262 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con la reforestación.*

| Erosión eólica actual en predio propuesto para reforestación | | |
|---|---|---|
| Precipitación (mm): | 869.2 | Dato obtenido de la estación climatológica más cercana al área del proyecto, la cual corresponde a la estación 22007 Jalpan (periodo 1981-2010). |
| Superficie (Has): | 2.8 | Superficie que se propone reforestar |
| Tipo de suelo: | Bk+Lk/3/G | Cambisol cálcico, calcáreo. |
| Cobertura de suelo (%): | 10-20 | Porcentaje de cobertura actual |
| **PECRE:** | 148.10 | |
| **IAVIE:** | 47.38 | |
| **CATEX:** | 0.87 | *Considerando una textura fina de suelo no calcáreo y fase física lítica.* |
| **CAUSO:** | **0.9** | *Valor intermedio entre 0.9 y 0.7 considerando una vegetación similar a una sábana con árboles, con arbustos de bajo porte y algunos árboles con densidad baja de alrededor del 20%* |
| **TASA DE EROSIÓN EÓLICA (ton/ha/año):** | 37.101 | Ton/Ha/año |
| | **103.883** | **Ton/año** |

Utilizando las tablas para obtener valores de Clase de Textura (CATEX) y Calificación de Uso de Suelo (CAUSO) se hará variar el factor CAUSO de la fórmula para estimar erosión eólica, puesto que es la variable que se modificaría con el establecimiento de vegetación (porcentaje de cobertura del suelo). Con los valores de CAUSO definidos, se procede al cálculo de la tasa de erosión de forma gradual año con año hasta el año 6, que es donde se espera se compense hasta el 110.7 % de la pérdida de suelo por erosión eólica que ocasionaría el CUSTF.

*Tabla 263 Tasa de erosión eólica en el predio donde se llevará acabo la reforestación, del año 1 al 6.*

| Variables | Actual | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PECRE: | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 |
| IAVIE: | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 |
| CATEX: | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| Porcentaje de cubierta del suelo: | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| CAUSO: | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.15 | 0.05 | 0.001 |
| TASA EROSIÓN EÓLICA: (Ton/ha/año) | **37.101** | **20.612** | **12.367** | **12.367** | **6.184** | **2.061** | **0.041** |
| Pérdida de suelo por EO: (ton/año) | **103.883** | **57.713** | **34.628** | **34.628** | **17.314** | **5.771** | **0.115** |
| Reducción de la pérdida de suelo en el área donde se reforestará (ton/año): | | 46.170 | 69.255 | 69.255 | 86.569 | 98.112 | 103.768 |
| % Compensación de la pérdida de suelo por CUSTF, con la medida propuesta | | 49.2% | 73.9% | 73.9% | 92.3% | 104.6% | 110.7% |
| Pérdida de suelo por EO | | 93.754 | 93.754 | 93.754 | 93.754 | 93.754 | 93.754 |

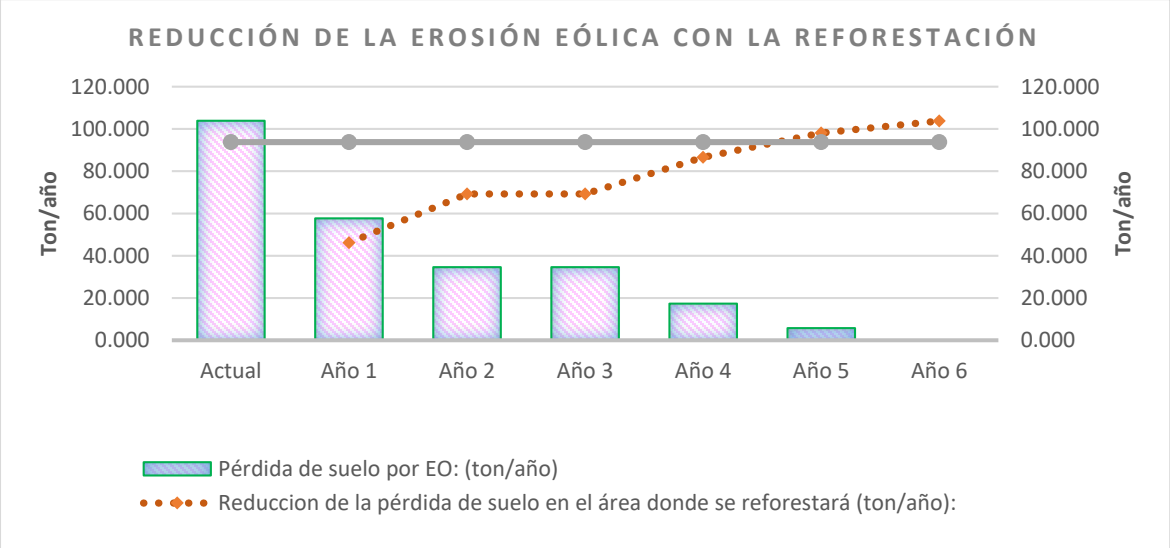



Ilustración 164 Reducción de la erosión eólica con la medida de reforestación propuesta.

Con la reforestación (2.8 hectáreas) con especies nativas, se logra disminuir la erosión eólica para el año 6 en 103.768 ton/año, pasando de 103.883 ton/año a 0.115 ton/año. Esto representa la **compensación de la pérdida de suelo por la remoción de vegetación en el predio del proyecto de alrededor del 110.7%**; esto considerando un seguimiento y mantenimiento periódico de las plantas reforestadas en el área de compensación.

*Tabla 264 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con la reforestación.*

| Pérdida de suelo por EO en el área de CUSTF (ton/año) | Reducción de pérdida de suelo con la reforestación con especies nativas para el año 6 (ton/año) | Compensación de la perdida de suelo con la medida propuesta |
|---|---|---|
| 93.754 | 103.768 | 110.7% |

**c) Reubicación de ejemplares (fortalecimiento de la cobertura forestal).** los ejemplares de flora que serán rescatados del área del proyecto (especies arbóreas, arbustivas y cactáceas susceptibles de rescate) serán reubicados en el área definida para la reubicación de flora, conformada por 1 polígono de 1.0 ha de superficie, con muy poca cobertura vegetal; en dicha superficie se pretende compensar 3.208 ton/año de suelo que se pierde por erosión eólica por el CUSTF en la superficie del proyecto.

De igual manera como se evaluó la erosión eólica en el área donde se reforestará con especies nativas, aquí también se calcula la erosión eólica utilizando la metodología desarrollada por FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por SEDUE 1988) la cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$EROEO = IAVIE \times CATEX \times CAUSO \quad [1]$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 * PECRE \quad [2]$$

$$PECRE = 0.2408\ (Prec.\ Media) - 0.0000372\ (Prec.\ Media)^2 - 33.1019 \quad [3]$$

Tabla 265 Condiciones actuales generales del predio donde se va a reubicar flora.

| **Condiciones generales del predio donde se va a reubicar flora** | | |
|---|---|---|
| Área del predio donde se propone reubicar flora: | 1.0688 | Ha |
| Precipitación Media Anual (mm): | 869.2 | Dato obtenido de la estación climatológica más cercana al área del proyecto, la cual corresponde a la estación 22007 Jalpan (periodo 1981-2010). |
| Tipo de suelo: | Bk+Lk/3/G | Cambisol cálcico asociado con luvisol cálcico, de textura fina y fase física gravosa. |
| Tipo de cobertura: | Suelo mayormente desnudo con muy poca cubierta vegetal | Terreno con un uso de suelo agropecuario. Suelo mayormente desnudo con muy poca cubierta vegetal, compuesto por algunos arbustos dispersos y uno que otro árbol de forma aislada; área mayormente desnuda con hasta un 10-15% de cobertura del suelo. |

Utilizando las tablas para obtener valores de Clase de Textura (CATEX) y Calificación de Uso de Suelo (CAUSO) presentados ya en la metodología de cálculo de erosión en el apartado correspondiente de la MIA-P, se calcula la tasa de erosión eólica que se tendría en el área donde se pretende ejecutar la medida de reubicación de flora, así como la erosión que se tendría con la vegetación ya reubicada en el lugar en el transcurso de 5 años posterior a la ejecución de la medida, variando el valor de CAUSO, conforme incrementa la cobertura.

Tabla 266 Tasa de erosión en el predio donde se reubicará flora, del año 1 al 6.

| **Variables** | **Actual** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** | **Año 6** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PECRE: | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 | 148.0965 |
| IAVIE: | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 | 47.383 |
| CATEX: | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| Porcentaje de cubierta del suelo: | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| CAUSO: | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.15 | 0.05 | 0.001 |
| TASA EROSIÓN EÓLICA: (Ton/ha/año) | **28.856** | **24.734** | **20.612** | **12.367** | **6.184** | **2.061** | **0.041** |
| Pérdida de suelo por EO: (ton/año) | **28.856** | **24.734** | **20.612** | **12.367** | **6.184** | **2.061** | **0.041** |
| Reducción de la pérdida de suelo en el área donde se establecerá la reubicación de flora (ton/año): | | 4.122 | 8.245 | 16.489 | 22.673 | 26.795 | 28.815 |

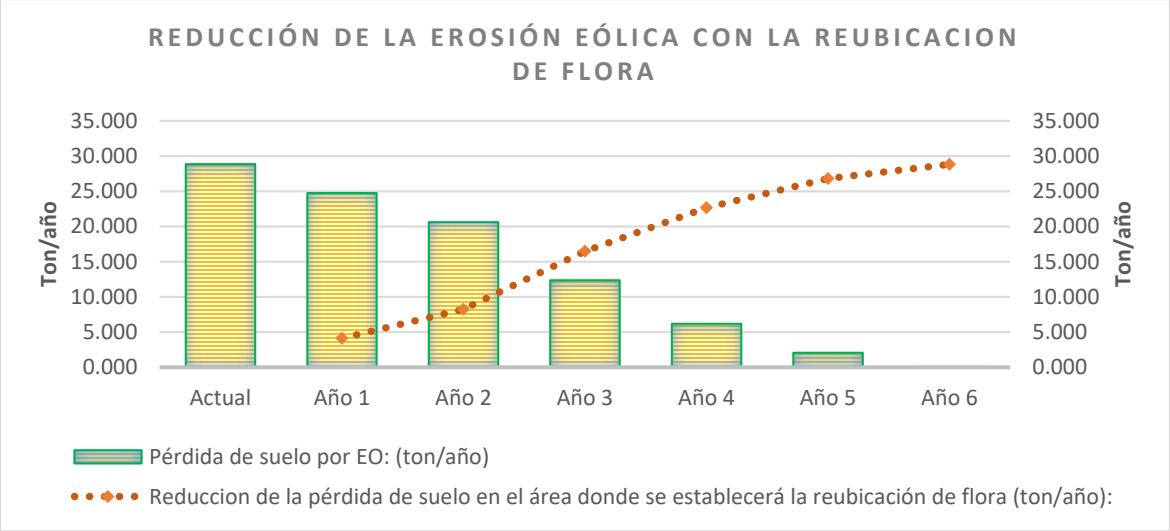



Ilustración 165 Reducción de la erosión eólica con la medida propuesta de reubicación de flora.

Con la reubicación de ejemplares arbóreos juveniles, arbustivos y cactáceas en el área de escasa cobertura vegetal, se obtendrá un efecto protector del suelo con el transcurrir de los años, se logra disminuir la erosión eólica para el año 6 en 28.815 ton/año; pasando de 28.856 ton/año a 0.041 ton/año.

Tabla 267 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con la reubicación de flora.

| **Pérdida de suelo actual por EO en el área de reubicación (ton/año)** | **Pérdida de suelo actual por EO en el área de reubicación posterior a la ejecución de la medida (ton)** | **Reducción de pérdida de suelo con la reubicación de flora para el año 6 (ton/año)** |
|---|---|---|
| 28.856 | 0.041 | 28.815 |

En resumen, con la reubicación de flora en 1.0 has y la reforestación de 2.8 ha, se reduce la erosión eólica hasta en 132.583 toneladas anuales. Dicha cantidad es mayor por 38.828 ton/año, que la que se prevé genere el CUSTF (93.754 ton/año); **con este par de medidas enfocadas a combatir la erosión eólica, se compensa la pérdida de suelo que se tendría con el cambio de uso de suelo**.

Tabla 268 Compensación de la pérdida de suelo por erosión eólica, con las medidas propuestas.

| **Pérdida de suelo por EO con el CUSTF (ton/año)** | **Reducción de pérdida de suelo con la reubicación de flora para el año 5 (ton/año)** | **Reducción de pérdida de suelo con la reforestación para el año 6 (ton/año)** | **Reducción total (ton/año)** |
|---|---|---|---|
| 93.754 | 28.815 | 103.768 | **132.583** |

Adicionalmente se realizarán las siguientes prácticas y actividades orientadas a prevenir pérdidas de suelo por erosión eólica.

**d) Ejecución del 100% de las existencias de individuos arbóreos maderables (DAP mayor a 7.5 cm) en el área de CUSTF.** Se solicitó el cambio de uso de suelo en una superficie de 2.7316 has, sin embargo, a fin de no dejar el área completamente desprotegida se contempla mantener una cantidad selectiva de 48 individuos arbóreos de buena talla o bien aquellos ejemplares que durante el inventario forestal aplicado resultaron como maderable por su DAP superior a los 7.5 cm ("salvación aislada de ejemplares") que imprimirán el efecto *rugosidad del terreno*, otro principio para aminorar las velocidades del viento y mitigar la erosión eólica. Esto a su vez, ayuda a mejorar el proceso de infiltración hídrica en el lugar. Esta medida está condicionada, y reservada únicamente a los lugares que no se contemplen para infraestructura u ocupación de vivienda y solo para ejemplares arbóreos de talla superior.

**e) Picado y dispersión de ramillas en el área propuesta para reubicación de flora.**
Para fortalecer la cobertura y evitar pérdidas de suelo por los efectos erosivos del viento y mejorar el proceso de infiltración hídrica, las ramillas resultantes de las actividades de remoción de vegetación, serán picadas en trozos recomendados de 5 cm de longitud, para posteriormente ser dispersados en el área de reubicación de flora. Esta acción da oportunidad a las especies cuya fenología se lo permita y las condiciones medioambientales sean las adecuadas, se reproduzcan en las áreas de dispersión, fomentando la reproducción de dichas especies, contribuyendo a la estructura del ecosistema al integrarse el estrato bajo. Otros beneficios del picado y dispersión de ramillas son:

- Contribuir al proceso de infiltración hídrica.
- Propiciar un efecto protector del suelo contra efectos erosivos del viento.
- Producir efecto rugosidad del terreno y aminorar vientos erosivos.
- Contribuir al control de la erosión hídrica.
- Fomentan la creación de un banco de semillas del suelo.
- Contribuir al contenido de carbono al suelo
- Entre otras.

**f) Inclusión de áreas verdes dentro del fraccionamiento.** Se pretende mantener el 12.36% de la superficie del proyecto como área verde, como una medida de prevención y amortiguamiento para los impactos ambientales que generará el CUSTF; uno de ellos es que, la vegetación en las áreas verdes actúa como barrera natural que crea un efecto de rugosidad del terreno, aminorando la fuerza erosiva del viento. Además, las raíces de las plantas pueden retener el suelo y estabilizarlo, reduciendo así la cantidad de material que puede ser arrastrado por el viento.

También pueden ayudar a mejorar la estructura del suelo y su capacidad para retener agua, lo que puede reducir aún más la erosión.

### IV.6.2. OBRAS PARA MITIGAR EL IMPACTO A LA HIDROLOGÍA

**Balance hídrico**

El volumen de infiltración se asume que es la diferencia entre el volumen precipitado y el volumen escurrido, que establecen el máximo potencial capturado por el terreno. Para evaluar la compensación de la **recarga hidrológica**. Con base en los cálculos presentados en el apartado de hidrología se tiene que la infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de **22,408.64 m³/año** en las **2.7316 ha** de CUSTF.

*Tabla 269 Balance hídrico de agua por hectárea, por la superficie y plazo solicitado por el CUSTF, bajo el escenario actual (con vegetación forestal).*

| Cubierta | Cobertura de la vegetación % | Área (ha) | Volumen precipitado medio anual (Vp) | Coeficiente de escurrimiento (Ce) | Volumen medio de escurrimiento (Vm) ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia | 80 | 2.7316 | 23,743.07 | 0.056 | 1,334.42 |
| Total | | **2.7316** | **23,743.07** | | **1,334.42** |

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal que afectará la cobertura forestal en **2.7316 ha;** por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración.

*Tabla 270 Capacidad de infiltración en el área de CUSTF con la remoción de vegetación.*

| Cubierta o uso del suelo | Cobertura o densidad % | Área (ha) | Volumen precipitado $m^3$ | Volumen escurrido $m^3$ | Volumen capturado (Infiltración) $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Selva baja caducifolia (Lotes y calles) | 0 | 2.3940 | 20,808.65 | 3,607.28 | 17,201.37 |
| Selva baja caducifolia (Áreas verdes) | 60 | 0.3376 | 2,934.42 | 336.81 | 2,597.61 |
| Total | | **2.7316** | **23,743.07** | **3,944.08** | **19,798.98** |

La infiltración total es de **19,798.98 m³/año** en las **2.7316 ha** de CUSTF el cual se ejecutará en un plazo de 5 años.

Al comparar la infiltración actual y la resultante con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tiene un detrimento en la capacidad de infiltración de 2,609.66 $m^3$ durante el periodo de ejecución de los trabajos de remoción de la vegetación en 5 años; siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para CUSTF. De esta manera se tiene que por año se estaría perdiendo **521.93 m³.**

*Tabla 271 Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios.*

| Infiltración actual ($m^3$) | Infiltración con CUSTF ($m^3$) en 5 años | Detrimento en la infiltración ($m^3$) en 5 años | Detrimento en la infiltración ($m^3$), por año |
|---|---|---|---|
| 22,408.64 | 19,798.98 | **2,609.66*** | **521.93** |

Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas siguientes:

**a) Reforestación de 2.8 ha con especies nativas.** Considerando las condiciones actuales del área propuesta para reforestar: se trata de un terreno preferentemente forestal con evidencia de ganadería extensiva en la zona; de acuerdo a la vegetación remanente y aislada del predio y sus colindancias, se trata de una cobertura de selva baja caducifolia con un estado de conservación de vegetación secundaria (lo que se evidencia en especies comunes en este tipo de vegetación, tales como *Flourensia laurifolia, Lysiloma acapulcensis y Guazuma ulmifolia entre otros*); hay presencia de pastos de bajo porte y herbáceas anuales comunes, así como arbustos de bajo porte y árboles dispersos.

Para conocer la infiltración hídrica actual que se tiene en el sitio a reforestar se emplea la misma metodología aplicada en el área de CUSTF, a fin de comparar el escenario actual de un terreno y con la cobertura vegetal que le impondría la reforestación con especies nativas. Este análisis demuestra que la pérdida de infiltración por motivo del CUSTF se compensará con la reforestación y las terrazas individuales.

El potencial de infiltración de agua de un área forestal depende de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características de la vegetación, el tipo de vegetación, la geomorfología del área, entre otros. La captura de agua para el área de interés se calculó indirectamente, mediante la estimación del volumen de escurrimiento, el cual se obtuvo por la siguiente fórmula (Martínez-Ménez, 2005).

***Vm = (Vp)(Ce)***
Dónde:
***Vm***: Volumen medio de escurrimiento ($m^3$/año).
***Vp***: Volumen precipitado medio anual ($m^3$/año).
***Ce***: Coeficiente de escurrimiento.

**Infiltración (Inf) = Vp – Vm**
Dónde:
***Inf:*** Volumen capturado (infiltración) ($m^3$/año).
***Vm***: Volumen medio de escurrimiento ($m^3$/año).
***Vp***: Volumen precipitado medio anual ($m^3$/año).

| CONDICIÓN ACTUAL DEL PREDIO SUJETO A REFORESTACIÓN | | |
|---|---|---|
| Precipitación: | 869.2 | mm |
| Temperatura: | 23.6 | mm |
| % de Cobertura | 20 | % |
| Área del predio a reforestar: | 2.8 | Ha |
| **VOLUMEN PRECIPITADO *(Vp)*** | | |
| **Área (ha)** | **Precipitación $m^3$/ha** | **Volumen Precipitado (m3)** |
| **2.8** | 8,692.00 | 24,337.60 |
| **VOLUMEN MEDIO DE ESCURRIMIENTO *(Vm)*** | | |
| **P:** | 869.2 | mm |
| **K:** | 0.28 | |
| **Ce:** | 0.1734 | |
| **Volumen Precipitado (m3)** | **Coeficiente de escurrimiento** | **Volumen medio de escurrimiento (m3)** |
| **24,337.6** | 0.1734 | 4,219.04 |
| **INFILTRACIÓN HÍDRICA** | | |
| | **Inf = Vp – Vm** | |
| **Vp** | **Vm** | **Inf** |
| **24,337.60** | 4,219.04 | 20,118.56 |
| **Inf:** | **20,118.56** | **$m^3$/año** |

*Valores obtenidos de la estación climatológica más cercana al área del proyecto, la cual corresponde a la estación 22007 Jalpan (periodo 1981-2010).

| CONDICIÓN DEL PREDIO CON LA REFORESTACIÓN (PRIMER AÑO) | | |
|---|---|---|
| Precipitación: | 869.2 | mm |
| Temperatura: | 23.6 | mm |
| % de Cobertura | 25 | % |
| Área del predio a reforestar: | 2.8 | Ha |
| **VOLUMEN PRECIPITADO (Vp)** | | |
| Área (ha) | **Precipitación $m^3$/ha** | **Volumen Precipitado (m3)** |
| 2.8 | 8,692.00 | 24,337.60 |
| **VOLUMEN MEDIO DE ESCURRIMIENTO *(Vm)*** | | |
| **P:** | 869.2 | mm |
| **K:** | 0.27 | |
| **Ce:** | 0.1636 | |
| **Volumen Precipitado (m3)** | **Coeficiente de escurrimiento** | **Volumen medio de escurrimiento (m3)** |
| **24,337.6** | 0.1636 | 3,981.44 |
| **INFILTRACIÓN HÍDRICA** | | |
| | **Inf = Vp – Vm** | |
| **Vp** | **Vm** | **Inf** |
| **24,337.60** | 3,981.44 | 20,356.16 |
| **Inf:** | **20,356.16** | **$m^3$/año** |

*Valores obtenidos de la estación climatológica más cercana al área del proyecto, la cual corresponde a la estación 22007 Jalpan (periodo 1981-2010).

Como se observa en las tablas anteriores, considerando que el predio propuesto para reforestación, actualmente presenta una escasa cobertura vegetal (pastos, hierbas anuales, arbustos y arbolado de porte pequeño, aislados) se aplica la fórmula para la estimación del balance hídrico, utilizando un coeficiente de escurrimiento (Ce) de acuerdo a la Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015, en función del tipo y uso de suelo (suelo tipo B, medianamente permeables pues se trata de un suelo mayormente arcilloso y un uso de suelo lo más parecido a una *pradera permanente* con una cobertura menor del 25%: **k=0.27**) y la precipitación anual, se tiene un volumen de infiltración hídrica de **20,356.16 m$^3$/año.**

Con la reforestación, las plantas de especies nativas establecidas en campo durante el primer año, impondrán una mejorable cobertura vegetal, que favorece al proceso de infiltración hídrica en el predio, además se propone se disperse las ramillas picadas, para protección del suelo. La recuperación de la infiltración en el primer año, sería la siguiente:

*Tabla 272 Recuperación esperada de la capacidad de infiltración en el predio de reforestación con especies nativas en el año 1.*

| **Recarga actual en el predio propuesto para reforestación** | **Recarga esperada en el predio propuesto para reforestación en el primer año** | **Recuperación de la infiltración con la medida propuesta (reforestación) Primer año** |
|---|---|---|
| **(m$^3$/año)** | **(m$^3$)** | **(m$^3$)** |
| 20,118.56 | 20,356.16 | **237.60** |

Comparando el volumen de infiltración actual en el predio, con el volumen obtenido en el primer año de reforestación, **se tiene una ganancia de 237.60m$^3$ infiltrados** del total de pérdida de infiltración que ocasiona el CUSTF (2,609.66 m$^3$).

Con la reforestación en **2.8 hectáreas**, se realiza el cálculo de balance hídrico. Se consideró la modificación paulatina de la cobertura del suelo en un lapso de **6 años** en el área reforestada, tomando en cuenta el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, utilizando los valores estimados en la tabla para determinar el factor K.

*Tabla 273 Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.*

| **USO DEL SUELO** | **TIPO DE SUELO** | | |
|---|---|---|---|
| | **A** | **B** | **C** |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas | 0.26 | 0.28 | 0.3 |
| **Cultivos:** | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Legumbres o rotación de praderas | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.3 |
| **Pastizales**: | | | |
| % del suelo cubierto o pastoreo | | | |
| Más del 75% poco pastoreo | 0.14 | 0.2 | 0.28 |
| Del 50 al 75% regular | 0.2 | 0.24 | 0.3 |
| Menos del 50% excesivo | 0.24 | 0.28 | 0.3 |

| USO DEL SUELO | TIPO DE SUELO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| **Bosque:** | | | |
| Cubierto más del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.3 |
| Zonas urbanas | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos | 0.27 | 0.3 | 0.33 |
| Praderas permanentes | 0.18 | 0.24 | 0.3 |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

*Tabla 274 Características por tipo de suelo (Tabla 1 de la NOM-011-CONAGUA-2015).*

| Tipo de suelo | Características |
|---|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

Para determinar la infiltración del área del proyecto, con las medidas de restauración, se modifica la variable de Volumen medio de escurrimiento en la ecuación (**Infiltración = Vp – Vm,** como se muestra en las tablas siguientes:

*Tabla 275 Escurrimiento en el escenario de reforestación año 1 al 6.*

| Año | Polígono | Acción a ejecutar | Área (ha) | Volumen Precipitado (m3) | Cobertura de la vegetación | Factor K | Ce | Vol. Medio de Escurrimiento ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año 1 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 25 | 0.26 | 0.154 | **3,743.84** |
| Año 2 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 30 | 0.25 | 0.144 | **3,506.24** |
| Año 3 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 35 | 0.23 | 0.125 | **3,031.04** |
| Año 4 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 40 | 0.19 | 0.085 | **2,080.64** |
| Año 5 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 60 | 0.17 | 0.066 | **1,605.44** |
| Año 6 | Uno y dos | Refo, Reubi y TI. | 2.80 | 24,337.6 | 75 | 0.16 | 0.056 | **1,367.84** |

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.
***** R=Reforestación; TI=Terrazas Individuales.

Una vez modificados y calculados los parámetros para 6 años, se realizó el balance hidrológico para cada año, utilizando la ecuación Infiltración (Inf): **Inf = Vp – Vm,** obteniendo los resultados siguientes:

*Tabla 276 Balance hídrico de la reforestación año 1 al 6.*

| Año | Volumen precipitado (m3) | Vol. Escurrimiento ($m^3$) | Infiltración (m3) |
|---|---|---|---|
| 1 | 24,337.60 | 3,743.84 | 20,593.76 |
| 2 | 24,337.60 | 3,506.24 | 20,831.36 |
| 3 | 24,337.60 | 3,031.04 | 21,306.56 |
| 4 | 24,337.60 | 2,080.64 | 22,256.96 |
| 5 | 24,337.60 | 1,605.44 | 22,732.16 |
| 6 | 24,337.60 | 1,367.84 | 22,969.76 |

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Una vez calculada la infiltración del área reforestada para un periodo de seis años; se realiza un comparativo con la pérdida de infiltración causada por el CUSTF (en 2.7316 has) sin las medidas de mitigación; se obtiene lo siguiente:

*Tabla 277 Comparativo de la infiltración actual y con la reforestación por año.*

| Año | Infiltración actual | Infiltración con el desmonte | Pérdida de agua por el CUSTF | Infiltración en el área reforestada | Recuperación de la infiltración en el predio para reforestar * |
|---|---|---|---|---|---|
| | $m^3$/año | $m^3$/año | $m^3$/año | $m^3$/año | $m^3$/año |
| 0 | 22,408.64 | 19,798.980 | 2,609.66 | 0 | |
| 1 | | | | 20,593.76 | 475.20 |
| 2 | | | | 20,831.36 | 712.80 |
| 3 | | | | 21,306.56 | 1,188.00 |
| 4 | | | | 22,256.96 | 2,138.40 |
| 5 | | | | 22,732.16 | 2,613.60 |
| **6** | | | | 22,969.76 | **2,851.20** |

*Se refiere a la diferencia entre la infiltración potencial proyectada por cada año que impondría al predio la actividad de reforestación, menos la infiltración actual presente en el mismo predio propuesto para reforestar; dicha cantidad es el dato real de infiltración hídrica que se compara con la pérdida de infiltración que originaría el CUSTF, para conocer en qué momento se compensará dicha cantidad con la reforestación y terrazas individuales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se demuestra que al año **6 la reforestación** recupera la pérdida potencial de la infiltración ocasionada por el CUSTF, teniendo para el año 6, una ganancia en infiltración de **2,851.20 $m^3$ anuales que es una cantidad mayor a la que se perdería con el proyecto, que es de 2,609.66 $m^3$ anuales**.

| Recarga actual en el predio propuesto para reforestación | Recarga esperada en el predio propuesto para reforestación en el año 6 | Recuperación de la infiltración con la medida propuesta (reforestación) |
|---|---|---|
| ($m^3$/año) | ($m^3$/año) | ($m^3$/año) |
| 20,118.56 | 22.969.76 | **2,851.20** |

Se concluye que la posible afectación a los recursos hidrológicos es mitigable y se compensa con las actividades de reforestación de un predio con escasa cobertura al interior del SA; empleando especies nativas de la vegetación a afectar (selva baja caducifolia). Con la ejecución del proyecto y las medidas, no se verá afectada la capacidad de infiltración.

**b) Terrazas individúales** son obras complementarias a la reforestación mediante la conformación de terraplenes de forma circular, alrededor de la planta establecida. Las terrazas individuales tienen como objetivo principal la conservación de humedad a través de la acumulación e infiltración del agua, se puede utilizar en todas las zonas climáticas. El efecto de conservación de agua es más importante en zonas secas. En zonas húmedas se recomienda un pequeño desagüe de cada terraza hacia un lado.

Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Por cada planta reforestada se realizará una terraza individual; conforme a la densidad propuesta de 600 plantas/hectárea, en 2.8 has la cantidad total de plantas a reforestar es de 1,680 ejemplares, siendo el mismo número para las terrazas individuales: **1,680 terrazas**.

**Cálculo de la eficiencia en la retención de suelo y volumen de infiltración por las terrazas individuales:**

Considerando que las dimensiones propuestas de las terrazas individuales son de 1 metro de diámetro y 0.1 m de profundidad, se tiene un volumen aproximado de 0.079 $m^3$ capturados por terraza; multiplicado por el total de terrazas (1,680), arroja un **volumen potencial de retención de 131.95 $m^3$**, que corresponde al volumen posible de retener ya sea de suelo o de agua por el total de las terrazas.

Tabla 278 Capacidad técnica de retención de las terrazas individuales.

| **Capacidad técnica de las terrazas individuales** | | |
|---|---|---|
| Diámetro de la terraza individual: | 1 | m |
| Profundidad: | 0.1 | m |
| Volumen potencial de retención por terraza: | 0.079 | $m^3$ |
| Numero de terrazas propuestas: | 1,680 | Pza |
| **Volumen potencial de retención por total de terrazas:** | 131.95 | $m^3$ |

Un volumen de **131.95 $m^3$**, representa la capacidad técnica máxima de las terrazas individuales por retener agua o bien suelo anualmente.

### IV.6.3. OBRAS PARA MITIGAR Y COMPENSAR LA REDUCCIÓN DE LA CUBIERTA FORESTAL

Se removerá vegetación forestal de selva baja caducifolia en 2.7316 ha, fue demostrado que existe mayor riqueza de especies en sus diferentes estratos fuera de la superficie a afectar, por lo que no se altera la diversidad biológica. Ninguna de las especies a remover se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y **Se ejecutará un programa de manejo de vegetación** que incluye el rescate y reubicación de 11 especies de flora:

*Tabla 279 Cantidad de ejemplares de flora a rescatar y reubicar*

| No. | Nombre común | *Nombre científico* | Cantidad / trasplante |
|---|---|---|---|
| **Arboles juveniles** | | | |
| **1** | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 170 |
| **2** | Tepame | *Acacia pennatula* | 124 |
| **3** | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 47 |
| **Arbustivos** | | | |
| **4** | Canastillo | *Gochnatia magna* | 498 |
| **5** | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 402 |
| **6** | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 175 |
| **7** | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 120 |
| **8** | P. Laurel | *Malpighia glabra* | 179 |
| **9** | Damiana | *Turnera diffusa* | 144 |
| **Cactáceas** | | | |
| **10** | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 37 |
| **11** | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 12 |
| | | ***TOTAL*** | **1,908** |

Se rescatarán y reubicarán un total de 1,908 individuos (341 árboles juveniles, 1,518 ejemplares arbustivos y 49 cactáceas), llevando a cabo su trasplante en un área degradada (1.0 ha), garantizando la sobrevivencia de al menos el 80%.

Los residuos vegetales producto del desmonte, serán picados y dispersados en el área de reubicación de flora, conservando la variabilidad genética mediante la regeneración natural.

Además, se ejecutará un programa de reforestación en una superficie de 2.8 ha dentro delRE, con las especies: *Flourensia laurifolia, Lysiloma acapulcensis,* ***¡Error! Vínculo no válido.¡Error! Vínculo no válido.***, ***¡Error! Vínculo no válido.****y****¡Error! Vínculo no válido.****;* se contempla el mantenimiento por 5 años posteriores a su establecimiento.

*Tabla 280 Cantidad de planta y superficie a reforestar*

| No. | Nombre común | Especies | Número de plantas | Superficie (ha) |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 350 | **2.8** |
| **2** | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 350 | |
| **3** | Tepame | *Acacia pennatula* | 350 | |
| **4** | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | 100 | |
| **5** | Huizache | *Acacia farnesiana* | 330 | |
| **6** | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 200 | |
| | | **Total** | **1,680** | |

Además, se conservarán los ejemplares arbóreos en las áreas verdes del proyecto y de protección, aunado a los jardines de cada lote (CAS) y árboles en las aceras.

## IV.6.4. RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROPORCIONA LA VEGETACIÓN

### *IV.6.4.1. Captura y almacenamiento de carbono*

El valor de **55.622 tC** es la cantidad de carbono que se vería comprometida por el CUSTF; **es un servicio ambiental a mitigar con las diferentes medidas propuestas**; tales como el rescate y reubicación de flora, la reforestación con especies nativas, el picado y dispersión de las ramillas resultantes del CUSTF, etc.

*Tabla 281 Contenido de carbono en la biomasa del área de CUSTF.*

| Contenido de C en la biomasa del área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|
| **Estrato** | **Biomasa sobre el suelo (t C)** | **Biomasa subterránea (t C)** | **Total (t C)** |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 7.753 | 2.197 | **9.950** |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 22.701 | 5.678 | **28.379** |
| Arbustivo | 13.441 | 3.573 | **17.014** |
| Cactáceas | 0.014 | 0.008 | **0.022** |
| Herbáceo | 0.177 | 0.078 | **0.255** |
| | **44.087** | **11.535** | **55.622** |

**<u>Captura de carbono con las medidas propuestas</u>**

Se presenta un análisis de cómo y en qué tiempo las medidas de mitigación y compensación propuestas, recuperaran la perdida de carbono ocasionada por la ejecución del CUSTF.

**a) Rescate y reubicación de flora (ejemplares arbustivos y cactáceas).** Para conocer la biomasa de las especies presentes en el área de CUSTF, en los diferentes estratos, se ha explicado detalladamente en el apartado correspondiente; aplicando diferentes ecuaciones alométricas, ya sea por especie, genéricas por afinidad ecosistema, por afinidad de comunidad, etc; el resultado sirve para cuantificar la biomasa y contenido de carbono de las especies propuestas para ser rescatadas y reubicadas. En este sentido, el primer paso es conocer la biomasa por individuo de una especie, después multiplicarla por el número de individuos que se

busca rescatar de dicha especie, aplicar el factor de contenido de carbono FC, y obtener el contenido de carbono. Con este dato se aplica la fórmula propuesta por Cairns *et al.*,1997 para obtener el contenido de carbono en la biomasa subterránea (biomasa de raíz). Esto para todas las especies que comprenden la actividad de rescate y reubicación.

De acuerdo a la tabla siguiente, el contenido de Carbono en la biomasa aérea y subterránea de los ejemplares que están propuestos para ser rescatados y reubicados, representan un total de **2.480 t C** actualmente. Dicho valor sería el que se trasladaría al área de reubicación, ya que se pretende que la técnica de trasplante sea con cepellón.

*Tabla 282 Contenido de carbono de la biomasa aérea y subterránea de los ejemplares a rescatar y reubicar*

| **Arbóreo juvenil** | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Num.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **Totales a reubicar** | **B (ton M.S./individuo)** | **B (ton M.S./ha)** | **B (ton M.S./total de ejemplares)** | **CF** | **C biomasa sobre el suelo (t C)** | **B de raíces (t M.S. / ha)** | **CF** | **C biomasa de raíces (t C/ha)** | **C biomasa de raíces (t C/individuo)** | **C biomasa subterránea (t C)** | **C biomasa total (t C)** |
| 1 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 170 | 0.00608 | 1.756 | 1.034 | 0.5 | 0.5170 | 0.570 | 0.5 | 0.285 | 0.00099 | 0.168 | 0.685 |
| 2 | Tepame | *Acacia pennatula* | 124 | 0.00916 | 2.018 | 1.135 | 0.5 | 0.5676 | 0.645 | 0.5 | 0.323 | 0.00146 | 0.181 | 0.749 |
| 3 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 47 | 0.00827 | 0.301 | 0.389 | 0.5 | 0.1943 | 0.120 | 0.5 | 0.060 | 0.00165 | 0.078 | 0.272 |
| | | **Subtotal** | **341** | | | 2.558 | | **1.2789** | | | | | **0.427** | **1.706** |
| **Arbustivos** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Num.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **Totales a reubicar** | **B (ton M.S./individuo)** | **B (ton M.S./ha)** | **B (ton M.S./total de ejemplares)** | **CF** | **C biomasa sobre el suelo (t C)** | **B de raíces (t M.S. / ha)** | **CF** | **C biomasa de raíces (t C/ha)** | **C biomasa de raíces (t C/individuo)** | **C biomasa subterránea (t C)** | **C biomasa total (t C)** |
| 1 | Canastillo | *Gochnatia magna* | 498 | 0.00063 | 1.147 | 0.313 | 0.5 | 0.1567 | 0.392 | 0.5 | 0.196 | 0.00011 | 0.054 | 0.210 |
| 2 | Palillo | *Neopringlea integrifolia* | 402 | 0.00181 | 2.672 | 0.729 | 0.5 | 0.3647 | 0.827 | 0.5 | 0.413 | 0.00028 | 0.113 | 0.478 |
| 3 | Granadillo | *Xylosma flexuosum* | 175 | 0.00010 | 0.065 | 0.018 | 0.5 | 0.0089 | 0.031 | 0.5 | 0.015 | 0.00002 | 0.004 | 0.013 |
| 4 | Pasilla | *Citharexylum berlandieri* | 120 | 0.00063 | 0.276 | 0.076 | 0.5 | 0.0378 | 0.111 | 0.5 | 0.056 | 0.00013 | 0.015 | 0.053 |
| 5 | P Laurel | *Malpighia glabra* | 179 | 0.00002 | 0.011 | 0.003 | 0.5 | 0.0014 | 0.006 | 0.5 | 0.003 | 0.00000 | 0.001 | 0.002 |
| 6 | Damiana | *Turnera diffusa* | 144 | 0.00000 | 0.001 | 0.001 | 0.5 | 0.0003 | 0.001 | 0.5 | 0.000 | 0.00000 | 0.000 | 0.001 |
| | | **Subtotal** | **1518** | | | 1.140 | | **0.5698** | | | | | **0.187** | **0.757** |
| **Cactáceas** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Num.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **Totales a reubicar** | **B (ton M.S./individuo)** | **B (ton M.S./ha)** | **B (ton M.S./total de ejemplares)** | **CF** | **C biomasa sobre el suelo (t C)** | **B de raíces (t M.S. / ha)** | **CF** | **C biomasa de raíces (t C/ha)** | **C biomasa de raíces (t C/individuo)** | **C biomasa subterránea (t C)** | **C biomasa total (t C)** |
| 1 | Nopal lengua de vaca | *Opuntia karwinskiana* | 25 | 0.00054 | 0.007 | 0.014 | 0.5 | 0.0068 | 0.005 | 0.5 | 0.002 | 0.00017 | 0.004 | 0.011 |
| 2 | Nopalillo | *Opuntia puberula* | 12 | 0.00064 | 0.003 | 0.008 | 0.5 | 0.0039 | 0.002 | 0.5 | 0.001 | 0.00022 | 0.003 | 0.007 |
| | | **Subtotal** | **37** | | | 0.021 | | **0.0106** | | | | | **0.007** | **0.017** |
| | | **TOTAL** | **1896** | | | | | | | | | | Total reubicación | **2.480** |

**b) Reforestación con especies nativas.** Para conocer el contenido de biomasa y de carbono en las especies para reforestar con planta proveniente de vivero, se utilizó la misma metodología empleada para conocer el contenido de carbono en la vegetación de arbolado juvenil del área de CUSTF; se corrieron las ecuaciones alométricas por especie y genéricas para las que no se tiene la ecuación alométrica. ***Biomasa aérea:*** La biomasa de estos árboles pequeños puede estimarse a partir de las mismas regresiones alométricas. El método habitual consiste en estimar el DAP común de los Árboles jóvenes (IPCC,2003). Para el cálculo de la biomasa (*B*) aérea, se utilizó el diámetro basal promedio por especie, de acuerdo al tamaño que se busca conseguir en vivero (para efectos prácticos se maneja un diámetro basal de planta de alrededor de 0.5 cm para todas las especies propuestas para reforestar). Con dichos diámetros promedio y la aplicación de ecuaciones alométricas por especie (contenidas en el Protocolo Mexicano de Carbono) se obtuvo la biomasa aérea en Kg de materia seca *B (Kg M.S./árbol)*.

*Tabla 283 Ecuaciones alométricas empleadas para estimar biomasa de ejemplares arbóreos juveniles que se busca reforestar.*

| Nombre común | Nombre científico | Ecuación alométrica empleada | Fuente |
|---|---|---|---|
| Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | B = (0.0301) * (dia ^ 2) * alt | Cairns, M., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaez. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. Forest Ecology and Management 186:125-132. |
| Tepehuaje | *Lysiloma acapulcensis* | B = 0.1245*(dia)^(2.4163) | Hung, D.N., Son, N.V., Hung, N.P. (2012) Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam - Evergreen broadleaf forests in Quang Binh Province in (Eds) Inoguchi, A., Henry, M. Birigazzi, L. Sola, G. Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam, UN-REDD Programme, Hanoi, Viet Nam. |
| Tepame | *Acacia pennatula* | B = (Exp(-1.291) * dia ^ 2.178) | Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huatla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p. |
| Gatillo | *Zanthoxylum fagara* | B = (0.00166*(dia)^3.6586) | Manzano, F. 2010. Crecimiento, periodicidad y biomasa de Zanthoxylum kellermanii P. Wilson en una selva perennifolia del norte de Oaxaca. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 85 p. |
| Huizache | *Acacia farnesiana* | B = (Exp(-1.291) * dia ^ 2.178) | Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huatla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p. |
| Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | B = (0.232435*dia^2.21906) | Rodríguez R. 2007. Capacidad de almacenamiento de carbono contenido en tres ecosistemas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo Le\| Rodríguez R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana. |

Los resultados de Biomasa *(B)* aplicado la ecuación alométrica con los datos de diámetro basales promedio de cada individuo, se obtienen en *Kg M.S./árbol*, posteriormente se divide entre 1000, para obtenerlo en *B (t M.S. / árbol),* esto se multiplica por el número de ejemplares que se pretende reforestar de cada especie para obtener la biomasa en *B (ton M.S./total de plantas);* luego se multiplica por el factor de contenido de carbono CF (Valor estándar de 0.5, indicado como aproximación para esta conversión en las directrices del IPCC), el resultado es el contenido de Carbono sobre el suelo de cada especie en *t C*. Con este dato se aplica la fórmula propuesta por Cairns *et al.*,1997 para obtener el contenido de carbono en la biomasa subterránea (biomasa de raíz), en base a ello se tiene lo siguiente:

Tabla 284 Contenido de Carbono en la biomasa aérea y subterránea de los ejemplares a reforestar.

| No. | Nombre común | Nombre científico | Total a reforestar | D en la base prom (cm) | B (Kg M.S./árbol) | B (ton M.S./planta) | B (ton M.S./total plantas) | CF | C por planta (t C) | C biomasa sobre el suelo (t C) | C biomasa subterránea (t C) | C biomasa total (t C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hoja ancha | *Flourensia laurifolia* | 350 | 0.5 | 0.004 | 0.00000 | 0.00047 | 0.001 | 0.5 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| 2 | Tepeguaje | *Lysiloma acapulcensis* | 350 | 0.5 | 0.023 | 0.00002 | 0.00292 | 0.008 | 0.5 | 0.004 | 0.003 | 0.007 |
| 3 | Tepame | *Acacia pennatula* | 350 | 0.5 | 0.061 | 0.00006 | 0.00760 | 0.021 | 0.5 | 0.011 | 0.007 | 0.017 |
| 4 | Gatiyo | *Zanthoxylum fagara* | 100 | 0.5 | 0.000 | 0.00000 | 0.000005 | 0.000 | 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | Huizache | *Acacia farnesiana* | 330 | 0.5 | 0.061 | 0.00006 | 0.00716 | 0.020 | 0.5 | 0.010 | 0.006 | 0.016 |
| 6 | Aquiche | *Guazuma ulmifolia* | 200 | 0.5 | 0.050 | 0.00005 | 0.00357 | 0.010 | 0.5 | 0.005 | 0.003 | 0.008 |
| | | | **1,680** | | **0.199** | **0.00020** | | **0.061** | | **0.030** | **0.019** | **0.050** |

De acuerdo a los datos, los 1,680 ejemplares arbóreos en etapa de planta de vivero, tendrían el momento de su plantación (año 0) un contenido de carbono de **0.030 t C de biomasa aérea** (Biomasa sobre el suelo).

***Biomasa subterránea:*** La medición y estimación de la biomasa de raíces es considerada una ardua tarea que demanda mucho tiempo y alto costo. Para inventariar raíces es necesario realizar excavaciones completas. Siendo así, algunos proyectos optan por utilizar relaciones entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo por medio de ecuaciones alométricas obtenidas en la literatura científica. En este sentido, para este estudio se ha optado por utilizar una ecuación alométrica de relación entre la biomasa subterránea y la biomasa sobre el suelo, específicamente las propuestas por Cairns *et al*.,1997.

**CUADRO 4.A.4**
**ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR LA BIOMASA BAJO EL SUELO O LA BIOMASA DE LAS RAÍCES DE LOS BOSQUES AUNQUE EL $R^2$ NO AUMENTÓ MUCHO CON LA EDAD Y LA LATITUD, LOS COEFICIENTES FUERON MUY SIGNIFICATIVOS**

| Condiciones y variables independientes | Ecuación | Tamaño de la muestra | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Todos los bosques, BSS | Y=exp[–1,085 + 0,9256 • ln(BSS)] | 151 | 0,83 |
| Todos los bosques, BSS y EDAD | Y=exp[–1,3267+0,8877•ln(BSS)+0,1045•ln(EDAD) | 109 | 0,84 |
| Bosques tropicales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] | 151 | 0,84 |
| Bosques templados, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,2840] | 151 | 0,84 |
| Bosques boreales, BSS | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS) + 0,1874] | 151 | 0,84 |

Donde:
Y= biomasa de la raíz en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
ln = logaritmo natural
exp = "e elevado a la potencia de"
BSS = biomasa sobre el suelo en Mg $ha^{-1}$ de materia seca
EDAD = edad del bosque, años
Fuente: Cairns *et al.*, 1997

Ilustración 166 Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa bajo el suelo (biomasa de raíces). Fuente: Cairns et al.,1997.

| | |
|---|---|
| Tipo de vegetación en la superficie de CUSTF: | Selva baja caducifolia |
| Similitud: | *Bosques tropicales* |
| Formula a emplear para biomasa de raíces arbóreas: | Y=exp[–1,0587 + 0,8836 • ln(BSS)] |

Con esta función se obtiene el contenido de carbono (0.019 tC) en la biomasa subterránea para las plantas de vivero a emplear en la reforestación.

La reforestación en el año 0 (al momento de la plantación), es de **0.050 tC** (0.030 + 0.019 tC), de biomasa aérea y subterránea, respectivamente).

**c) Áreas verdes que se propone mantener en la superficie del proyecto.** En la distribución de superficies del fraccionamiento se considera mantener áreas verdes, estas áreas al presentar y mantener la vegetación seguirán capturando carbono.

*Tabla 285 Contenido de carbono que se seguirá capturando en las áreas verdes del proyecto.*

| **Contenido de C en la biomasa de las Áreas verdes del proyecto** | | | |
|---|---|---|---|
| **Estrato** | **Biomasa sobre el suelo (t C)** | **Biomasa subterránea (t C)** | **Total (t C)** |
| Arbóreos maderables (DAP>=7.5cm) | 0.453 | 0.140 | **0.594** |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 2.306 | 0.590 | **2.896** |
| Arbustivo | 2.566 | 0.649 | **3.215** |
| Cactáceas | 0.000 | 0.000 | **0.000** |
| Herbáceo | 0.059 | 0.023 | **0.082** |
| | **5.385** | **1.402** | **6.786** |

Como se observa en la tabla, manteniendo una porción de vegetación como área verde, se seguirá capturando carbono, siendo así, que dichas **áreas verdes representan una captura bajo las condiciones actuales de 6.786 tC**.

**c) Contenido de carbono que seguirá capturando si se deja el 5% de arbolado en pie.** Como parte de las medidas de mitigación para no dejar el 100% de la cobertura de suelo de CUSTF al desnudo, se plantea, dejar en pie 48 ejemplares de arbolado superior, el cual representa alrededor de **4.490 t C** capturando, bajo las condiciones actuales.

*Tabla 286. Contenido de carbono en los ejemplares arbóreos maderables, en la superficie de CUSTF.*

| **Biomasa y C de los árboles a conservar en pie** | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Biomasa** | **t C / ha** | **Superficie de CUSTF (Has):** | **t C / CUSTF** |
| Biomasa aérea: | 1.253 | 2.7316 | 3.423 |
| Biomasa subterránea: | 0.391 | | 1.067 |
| Total | **1.644** | | **4.490** |

d) **Carbono que se reincorporará a través del picado y dispersión de ramas y ramillas.** El picado y dispersión de ramillas se efectuará en el área donde se reubicará la flora y donde se establecerá la reforestación. Este material vegetal proviene de:

- Ramillas de individuos arbóreos juveniles no susceptibles de rescate
- Ramillas de arbustivos no susceptibles de rescate
- Ejemplares de cactáceas que no se rescatarán

Material herbáceo

El secuestro de carbono orgánico del suelo (COS), es el proceso mediante el cual el carbono se fija desde la atmosfera a través de plantas o residuos orgánicos y se almacena en el suelo. Cuando se trata de $CO^2$ el secuestro de COS comprende tres etapas: 1) la extracción del $CO^2$ de la atmosfera a través de la fotosíntesis de las plantas; 2) la transferencia de carbono del $CO^2$ a la biomasa vegetal; y 3) la transferencia de carbono de la biomasa vegetal al suelo donde se almacena en forma de COS en la reserva más lábil; ésta reserva engloba los residuos vegetales recientemente incorporados y se puede descomponer fácilmente por la fauna del suelo (Kane, 2015).

El material orgánico muerto (principalmente en forma de residuos vegetales y exudados) es incorporado al suelo por la fauna del mismo, lo que conlleva la entrada de carbono en el suelo a través de la transformación del material orgánico por microorganismos heterótrofos. Este proceso de transformación de materiales orgánicos da como resultado una mezcla biogeoquímica compleja de residuos vegetales y productos de descomposición microbiana en varias etapas de descomposición (Von Lützow *et al.,* 2006, Paul, 2014) que pueden asociarse con

minerales del suelo y ocluirse dentro de agregados, **permitiendo la persistencia del COS en el suelo durante décadas, siglos o incluso milenios** (Schmidt *et al.,* 2011).

La incorporación de materia orgánica al suelo a través del picado de ramillas de ejemplares es una medida de mitigación que busca incrementar la cantidad de carbono orgánico en el suelo, lo cual tiene un efecto positivo en la captura de carbono a largo plazo. Cuando se pican las ramillas y se incorporan al suelo, **se promueve la formación de humus y se aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes en el suelo, lo que favorece el crecimiento de la vegetación** y, por tanto, la captura de carbono a través de la fotosíntesis.

Esta medida de mitigación se sustenta en diversos estudios que han demostrado la relación positiva entre la incorporación de materia orgánica al suelo y la captura de carbono a largo plazo.

El estudio "Effects of organic amendments on soil carbon sequestration in agricultural soils: A meta-analysis" de Wang et al. (2017), publicado en la revista científica Soil Biology and Biochemistry, es un ejemplo de cómo la incorporación de materia orgánica al suelo, ya sea mediante el uso de abonos orgánicos, residuos de cosechas o materiales vegetales, aumenta la cantidad de carbono almacenado en el suelo a largo plazo y como este incremento de materia orgánica en el suelo tiene un efecto positivo en la retención de agua y nutrientes, lo que favorece el crecimiento de la vegetación y, por tanto, la captura de carbono a través de la fotosíntesis. Otro estudio publicado en la misma revista Soil Biology and Biochemistry encontró que la adición de residuos vegetales al suelo aumentó significativamente la cantidad de carbono orgánico y la actividad microbiana en el suelo, lo que favoreció el crecimiento de la vegetación y la captura de carbono (García-Palacios et al., 2012).

Al incorporar los residuos vegetales que provendrán del desmonte en el área del proyecto, como materia orgánica al suelo, aumentará el contenido de carbono en este; siendo después un carbono que permanecerá almacenado en el subsuelo como carbono estabilizado.

**Carbono estabilizado**: *Cuando las ramillas muertas se incorporan al suelo, comienzan a descomponerse y liberar nutrientes que son utilizados por los microorganismos del suelo. Estos microorganismos descomponen los residuos vegetales y, durante este proceso, algunos de los compuestos orgánicos se transforman en formas más estables y resistentes a la descomposición, formando lo que se conoce como humus: material orgánico muy estable que se encuentra en el suelo y se forma a partir de la descomposición de materia orgánica; contiene una gran cantidad de carbono, y su estabilidad proviene de la presencia de enlaces químicos fuertes que hacen que sea resistente a la descomposición* (Martínez *et al*., 2008).

Por lo tanto, las ramillas muertas pueden contribuir a la formación de humus en el suelo, lo que a su vez puede aumentar la cantidad de carbono estabilizado en el suelo. Es importante destacar que la formación de humus es un proceso que ocurre a lo largo del tiempo, y que depende de factores como la calidad de los residuos vegetales, la temperatura y humedad del suelo, la actividad microbiana, entre otros. El carbono estabilizado puede durar cientos o incluso miles de años en el suelo, dependiendo de las condiciones ambientales y del manejo del suelo Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002).

*El carbono estabilizado es importante para el funcionamiento del suelo, ya que ayuda a mejorar su calidad y fertilidad. Además, su acumulación en el suelo puede ayudar a mitigar el cambio climático al reducir la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera. También puede contribuir a la retención de agua y nutrientes en el suelo, lo que puede ser beneficioso para las plantas y la agricultura* (Blasco y Burbano, 2015; UNCCD, 2015).

En este sentido, en la proyección de captura de carbono con las medidas propuestas a través de los años, se considera que la reforestación, reubicación de flora, ejemplares arbóreos aislados que permanecerán en pie en el área del proyecto y las áreas verdes que se contempla mantener dentro del área solicitada para CUSTF, con el paso del tiempo incrementarán sus niveles de captura de carbono, conforme la biomasa de la vegetación crezca; no así para la reincorporación de ramas y ramillas al suelo, cuyos valores iniciales de carbono (previamente calculados como biomasa aérea) que se depositará en el suelo se considera se mantendrá al menos estable (esto en un escenario conservador, ya que siempre habrá incorporación de materia orgánica anualmente por la hojarasca que producen las especies que se pretende establecer).

Partiendo de la estimación de contenido de carbono de la biomasa presente en el área de CUSTF, realizada en otros apartados; y tomando en cuenta que, si algún ejemplar no es utilizado para rescate y reubicación, será empleado para picado y dispersión, por lo que su contenido de carbono actual, se reparte entre las actividades de reubicación y picado y dispersión de ramillas.

*Tabla 287. Contenido de carbono en la superficie forestal del proyecto y en las medidas propuestas*

| Contenido de C con las diferentes medidas de mitigación | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Estrato | Total (t C) existente en CUSTF | C que se reubicará a través de los ejemplares rescatados (t C) | C que se seguirá capturando en las áreas verdes (t C) | C que se seguirá capturando con la conservación de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto (t C) | C que se reincorporará a través del picado y dispersión (t C) |
| Arbóreos maderables (DAP>7.55cm) | 9.950 | 0.000 | 0.594 | 4.490 | 0.000 |
| Arbóreos juveniles (DAP<7.5cm) | 28.379 | 1.706 | 2.896 | 0.000 | 23.777 |
| Arbustivo | 17.014 | 0.757 | 3.215 | 0.000 | 13.043 |
| Cactáceas | 0.022 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.005 |
| Herbáceo | 0.255 | 0.000 | 0.082 | 0.000 | 0.173 |
| *Total* | 55.622 | 2.480 | 6.786 | 4.490 | 36.998 |

*Dato obtenido mediante la metodología ya explicada en apartados anteriores

La cantidad de 36.998 tC es lo que representa las ramas y ramillas que se pretende sean picados y dispersados en las áreas de reforestación y reubicación de flora; esta cantidad es lo que se imprimiría al suelo para aumentar el nivel de COS, ya que el aumento de las reservas de COS en el subsuelo sigue siendo reconocido como un medio prometedor para permitir un secuestro sustancial de C en los suelos (Rumpel *et al.*, 2012). En general el ciclo del carbono y el secuestro de carbono son más activos en los horizontes superficiales del suelo.

Los 36.998 tC que se imprimirán al suelo en el área de reubicación de flora y reforestación, se presume se mantendrá al menos estable; ya que la variación de C > 0 se dará siempre y cuando hayan transcurrido menos de 20 años desde el comienzo del cambio del tipo de bosque, de las prácticas de gestión o del régimen de alteración. En este caso en particular, se considera que el contenido de carbono almacenado en el suelo *COS*, se mantiene estable desde que se deposita a través de las ramas y ramillas picadas en las áreas de interés, hasta al menos el año 8, que es cuando, en conjunto con el resto de las medidas consideradas (reforestación, reubicación de flora, conservación de las áreas verdes que forma parte del proyecto y la conservación de arbolado en pie en el área de CUSTF) se prevé un incremento en la captura de carbono; ya que se trata de vegetación que por naturaleza aumentara su contenido de biomasa conforme pase el tiempo), mitigarán la cantidad de carbono que actualmente capta la vegetación en el área de CUSTF (55.622 t C).

Conforme a lo anterior no se prevén grandes cambios en el contenido de carbono almacenado en el suelo; y por lo tanto, se considera que una vez reincorporadas las ramillas en los predios de reforestación y reubicación de flora, liberen carbono en el suelo, y al menos esa cantidad de carbono almacenado, perdure en el tiempo, ya que si bien habrá liberación de carbono por respiración propia del suelo, se compensará con la entrada de carbono por la hojarasca que generaría la vegetación que se pretende reubicar y reforfestar.

Resumen de carbono capturado con las medidas propuestas

Con todo lo antes descrito, se tienen las siguientes medidas encaminadas a mitigar el contenido de carbono que se dejaría de capturar por el desmonte, dentro de estas se considera el contenido de carbono que abonarían las superficies de reforestación y reubicación de flora (2.8 has + 1.0 has, respectivamente; 3.8 ha en total), las áreas verdes del proyecto, el arbolado en pie que se plantea dejar y, la reincorporación de materia orgánica al suelo a través del picado de ramillas.

*Tabla 288. Resumen de carbono capturado con las medidas propuestas*

| **Actividad de mitigación** | **Año 0** |
|---|---|
| | **t C** |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos, cactáceas y algunos arbóreos juveniles | 2.480 |
| Reforestación | 0.050 |
| Incorporación de materia orgánica al suelo a través del picado y dispersión de ramas y ramillas: | |
| -- Ramillas de individuos arbóreos juveniles no susceptibles de rescate | 23.777 |
| -Ramillas de arbustivos no susceptibles de rescate | 13.043 |
| -Material vegetal de cactáceas que no se reubicarán | 0.005 |
| -Material herbáceo (se busca todo lo existente en el predio de CUSTF sea picado) | 0.173 |
| Conservación selectiva de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto | 4.490 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 6.786 |
| **Contenido de carbono por total de las medidas de mitigación** | **50.804** |

*El Año 0 se considera al año en que se establezcan las actividades, que se planea sea después de haber ejecutado el CUSTF.

Como se observa en la tabla, al momento de establecer la vegetación por reubicación y reforestación; mantener la vegetación ya existente en las áreas verdes del proyecto; y mantener 48 ejemplares de los árboles en pie; aunado al picado y dispersión de ramas y ramillas, se tendría para el año 0 un potencial de contenido de carbono de 50.804 t C, el cual aún es una cantidad relativamente baja con la que se tiene que mitigar (55.622 t C).

Sin embargo, a lo largo de los años, se busca que con el incremento de la biomasa de los ejemplares y con el carbono almacenado en el suelo por el aporte de materia orgánica de las ramillas y por la propia materia orgánica que producirá la vegetación (pues recordemos que las plantas reubicadas y las reforestadas, tienen la característica de ser caducifolias y por mecanismo natural desprenderán hojarasca, que ayudará a mantener los niveles de carbono almacenado en el suelo), se llega a un punto donde se alcanza y se mitiga la pérdida de carbono que ocasionaría el desmonte (CUSTF).

Si bien, es complicado hacer mediciones sobre el incremento en el contenido de carbono de una masa forestal, para fines prácticos se ha realizado una proyección a cada 2 años, para conocer el carbono almacenado por las diferentes actividades y medidas de mitigación que se proponen; en este sentido se ha optado por manejar un crecimiento en el contenido de carbono por cada concepto de medida de mitigación del valor de 5% anual (10% cada 2 años) respecto al periodo anterior (en un escenario conservador). Se parte del supuesto que el rescate y reubicación de ejemplares arbustivos y arbóreos juveniles con el debido mantenimiento y un porcentaje mínimo del 80% de sobrevivencia, irán creciendo y aumentado su biomasa; por consiguiente, el contenido de carbono almacenado.

*Tabla 289. Proyección de la recuperación de la captura de carbono, con las medidas propuestas*

| **Actividad de mitigación** | **Año 0** | **Año 2** | **Año 4** | **Año 6** | **Año 8** | **Año 10** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **t C** | **t C** | **t C** | **t C** | **t C** | **t C** |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos, cactáceas y algunos arbóreos juveniles | 2.480 | 2.728 | 3.001 | 3.301 | 3.631 | 3.994 |
| Reforestación | 0.050 | 0.055 | 0.060 | 0.066 | 0.073 | 0.080 |
| Incorporación de materia orgánica al suelo a través del picado y dispersión de ramas y ramillas: | | | | | | |
| -- Ramillas de individuos arbóreos juveniles no susceptibles de rescate | 23.777 | 23.777 | 23.777 | 23.777 | 23.777 | 23.777 |
| -Ramillas de arbustivos no susceptibles de rescate | 13.043 | 13.043 | 13.043 | 13.043 | 13.043 | 13.043 |
| -Material vegetal de cactáceas que no se reubicarán | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| -Material herbáceo (se busca todo lo existente en el predio de CUSTF sea picado) | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.173 |
| Conservación selectiva de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto | 4.490 | 4.939 | 5.432 | 5.976 | 6.573 | 7.231 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 6.786 | 7.465 | 8.212 | 9.033 | 9.936 | 10.930 |
| **Contenido de carbono por total de las medidas de mitigación** | **50.804** | **52.185** | **53.703** | **55.374** | **57.211** | **59.233** |

| **Actividad de mitigación** | **Año 12** | **Año 14** | **Año 16** | **Año 18** | **Año 20** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **t C** | **t C** | **t C** | **t C** | **t C** |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos, cactáceas y algunos arbóreos juveniles | 4.394 | 4.833 | 5.316 | 5.848 | 6.433 |
| Reforestación | 0.088 | 0.097 | 0.107 | 0.117 | 0.129 |
| Incorporación de materia orgánica al suelo a través del picado y dispersión de ramas y ramillas: | | | | | |
| -- Ramillas de individuos arbóreos juveniles no susceptibles de rescate | 23.777 | 23.777 | 23.777 | 23.777 | 23.777 |
| -Ramillas de arbustivos no susceptibles de rescate | 13.043 | 13.043 | 13.043 | 13.043 | 13.043 |
| -Material vegetal de cactáceas que no se reubicarán | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| -Material herbáceo (se busca todo lo existente en el predio de CUSTF sea picado) | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.173 |
| Conservación selectiva de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto | 7.954 | 8.749 | 9.624 | 10.586 | 11.645 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 12.023 | 13.225 | 14.547 | 16.002 | 17.602 |
| **Contenido de carbono por total de las medidas de mitigación** | **61.456** | **63.902** | **66.592** | **69.552** | **72.807** |

Como se observa en la proyección, después del año 8 se empezaría a recuperar el contenido de carbono (**55.622 t C.**) que dejaría de captarse por el CUSTF.

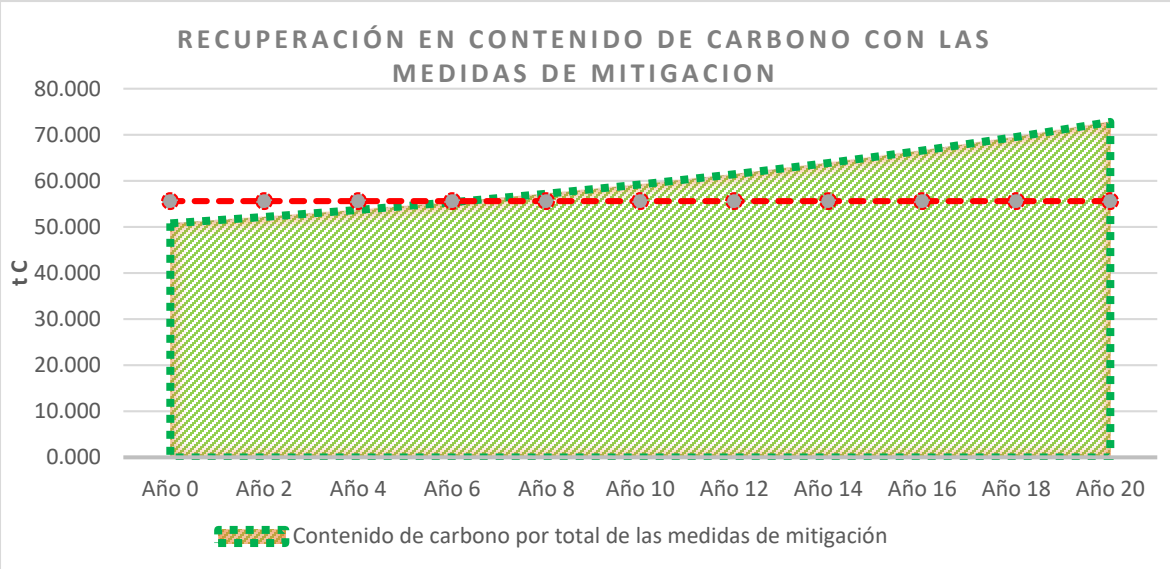



Ilustración 167 Proyección de la recuperación de contenido de carbono con las medidas de mitigación propuestas en este estudio.

### *IV.6.4.2. Oxigeno producido por las medidas propuestas*

La cantidad de oxígeno producido bajo las condiciones actuales de la vegetación en el área de CUSTF es de alrededor de **117.565 ton de $O_2$**, cantidad que se busca generar con las medidas de mitigación.

Las medidas encaminadas a compensar el oxígeno que se dejaría de producir por el desmonte, son la reforestación y la reubicación de flora (2.8 has + 1.0 has, respectivamente; 3.8 ha en total), las áreas verdes del proyecto y el arbolado que se plantea dejar en pie.

Para estimar la cantidad de oxígeno producido a partir de la absorción de dióxido de carbono ($CO_2$) por las plantas, se utilizó la proporción molar de la fotosíntesis, asumiendo un proceso teóricamente perfecto.

La ecuación balanceada de la fotosíntesis es:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energía solar} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Esto indica que por cada 6 moléculas de $CO_2$ absorbidas, se producen 6 moléculas de oxígeno. Sin embargo, el peso molecular del $CO_2$ es aproximadamente 44 g/mol, mientras que el peso molecular del $O_2$ es aproximadamente 32 g/mol. Por lo tanto, se calcula la cantidad de oxígeno producido usando la relación de masas molares:

$$\text{Masa de } O_2 = \left(\frac{\text{Masa de } CO_2}{44\text{g/mol}}\right) \text{x } 32\text{g/mol}$$

Por ejemplo, si tenemos 107.3842 toneladas de $CO_2$:

$$\text{Masa de } O_2 = \left(\frac{107.3842 \text{ ton } CO_2}{44 g/mol}\right) \times 32 g/mol = \mathbf{117.565 \text{ ton de } O_2}$$

Con esto se obtiene la cantidad de oxígeno producido. Tomando en cuenta que este es un cálculo teórico y no tiene en cuenta pérdidas y otros factores.

*Tabla 290. Cuantificación de oxígeno generado por las medidas de mitigación*

| Actividad de mitigación | Año 0 | | |
|---|---|---|---|
| | t C | t $CO_2$ | t $O_2$ |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos, cactáceas y algunos arbóreos juveniles | 2.480 | 9.094 | 6.613 |
| Reforestación | 0.050 | 0.183 | 0.133 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 6.786 | 24.884 | 18.097 |
| Conservación selectiva de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto | 4.490 | 16.462 | 11.972 |
| Generación de Oxígeno por total de las medidas de mitigación | 13.806 | 50.622 | 36.816 |

*Para efectos prácticos se considera año 0, al año en que se propone llevar a cabo las medidas de mitigación, específicamente la reubicación de ejemplares y reforestación.

| Actividad de mitigación | Año 0 | Año 2 | Año 4 | Año 6 | Año 8 | Año 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos y algunos arbóreos juveniles | 6.613 | 7.275 | 8.002 | 8.803 | 9.683 | 10.651 |
| Reforestación | 0.133 | 0.146 | 0.161 | 0.177 | 0.194 | 0.214 |
| Dejar en pie el 5% de arbolado superior | 18.097 | 19.907 | 21.898 | 24.087 | 26.496 | 29.146 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 11.972 | 13.170 | 14.487 | 15.935 | 17.529 | 19.282 |
| Contenido de carbono por total de las medidas de mitigación | 36.816 | 40.498 | 44.547 | 49.002 | 53.902 | 59.292 |

| Actividad de mitigación | Año 12 | Año 14 | Año 16 | Año 18 | Año 20 | Año 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ | ton $O_2$ |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos y algunos arbóreos juveniles | 11.716 | 12.888 | 14.177 | 15.594 | 17.154 | 18.869 |
| Reforestación | 0.235 | 0.259 | 0.285 | 0.313 | 0.344 | 0.379 |
| Dejar en pie el 5% de arbolado superior | 32.060 | 35.266 | 38.793 | 42.672 | 46.940 | 51.634 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 21.210 | 23.331 | 25.664 | 28.230 | 31.053 | 34.159 |
| Contenido de carbono por total de las medidas de mitigación | 65.222 | 71.744 | 78.918 | 86.810 | 95.491 | 105.040 |

| Actividad de mitigación | Año 24 | Año 26 | Año 28 | Año 30 |
|---|---|---|---|---|
| | t $O_2$ | t $O_2$ | t $O_2$ | t $O_2$ |
| Rescate y reubicación de ejemplares arbustivos, cactáceas y algunos arbóreos juveniles | 20.756 | 22.832 | 25.115 | 27.626 |
| Reforestación | 0.417 | 0.458 | 0.504 | 0.555 |
| Mantener áreas verdes dentro del predio del proyecto | 56.797 | 62.477 | 68.724 | 75.597 |
| Conservación selectiva de arbolado en pie dentro del polígono del proyecto | 37.575 | 41.332 | 45.465 | 50.012 |
| Generación de Oxígeno por total de las medidas de mitigación | 115.544 | 127.099 | 139.808 | 153.789 |

Como se observa en la proyección, en el año 26 se recupera el Oxígeno (127.099 ton de O2) que dejaría de producirse por el CUSTF.

*Tabla 291. Cuadro analítico de los servicios ambientales que se verán mayormente afectados.*

| Servicio Ambiental | Descripción | Impacto | Área de afectación |
|---|---|---|---|
| Retención del suelo dentro del ecosistema (protección y recuperación de suelos) | Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por procesos de erosión eólica e hídrica. La degradación del suelo se define como "un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad". | La erosión hídrica y eólica en la superficie forestal del predio es en total de 267.526 ton/año; con el CUSTF se calcula de 679.353 ton/año, incrementando en 364.639 ton/5 años, en las 2.7316 ha de CUSTF. Con las medidad propuestas se logra compensar y recuperar más suelo que el que se perdería con el CUSTF. | Este servicio se identifica con una calificación de afectación baja en función de las características de relieve, de pendientes y gradientes de altitud suaves, su ubicación es puntual y con afectación a nivel de microcuenca. |
| Almacenamiento y retención de agua | El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es regulador del almacenamiento y retención del agua, mediante los procesos de infiltración y la formación de agua subterránea, misma que representa una fuente importante para el desarrollo y supervivencia del ser humano a través de la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos. | Actualmente la infiltración es de 22,408.64 $m^3$ en el área; al ejecutar el CUSTF se infiltarán 19,798.98 $m^3$, lo que representa una reducción de 2,609.66 $m^3$.<br><br>Las actividades de reforestación, reubicación y obras de conservación de suelo en las áreas definidas para ello, infiltrarán 2,647.54 $m^3$ después del año 6 de establecida la reforestación y la reubicación de flora, lo que representa una compensación del 103.7% de la cantidad de agua perdida por el CUSTF. | La afectación a este servicio ambiental se considera de tipo local por su ubicación, por la superficie solicitada para CUSTF y los volúmenes que se infiltran, por lo que la afectación es puntual, de baja escala y a nivel de Región ecológica. |
| Regulación química atmosférica (captura de carbono, generación de oxígeno, contaminantes y componentes naturales) | En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO2, liberación de $O_2$ y sumidero de carbono. En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO2, liberación de $O_2$ y sumidero de carbono. Una tonelada de carbono capturada en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar. | La vegetación forestal de la región ecológica captura 99,813.30 T/C; las 2.7316 ha de vegetación forestal en la superficie de CUSTF representan la captura de 55.622 T/C. y la producción de 117.565 ton de $O_2$.<br><br>Las medidas propuestas, lograrán mitigar y compensar el impacto; a partir del año 6 se empezaría a recuperar el contenido de carbono (55.622 t C.) que dejaría de captarse por el CUSTF y en el año 26 se comienza a recuperar el Oxígeno (117.565 ton de $O_2$) que dejaría de producirse por el CUSTF. | La afectación que sufrirá este servicio ambiental se considera puntual y de baja escala por el tamaño de la superficie forestal del proyecto, la afectación se considera con implicaciones a nivel de la RE; sin embargo, hay que considerar que el proyecto se sitúa en una amplia zona boscosa donde se llevan a cabo estos procesos. |
| Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales | Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. | La zona donde se encuentra el área del proyecto presenta un riesgo muy bajo de inundaciones. La presencia de huracanes se considera muy baja. Por la intensidad de los vientos, el área de CUSTF se ubica en una zona de riesgo bajo. | El área del proyecto se ubica en una zona de bajo riesgo por fluctuaciones ambientales, y de presentarse estos las afectaciones serian puntuales, de baja escala y a nivel de microcuenca. |
| Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global | La captura de $CO_2$ a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. | El grado de afectación se califica como muy bajo debido a que el área del proyecto representa el 0.056% de la captura de carbono potencial de la región ecológica y se proponen las medidas para neutralizar el impacto. | La afectación a este servicio ambiental se considera puntual y de baja escala, y a nivel de microcuenca. |
| Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección | Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad | El CUSTF afectará 70 especies de flora de selva baja caducifolia ampliamente distribuida en el SA; se ejecutará el rescate y reubicación de ejemplares en 1.0 has., y la reforestación con especies nativas en una superficie de 2.8 has.; para | La afectación del servicio ambiental se considera puntual y de baja escala por el tamaño del proyecto, riqueza de especies y abundancia de las mismas. |

| Servicio Ambiental | Descripción | Impacto | Área de afectación |
|---|---|---|---|
| | es la protección de los ecosistemas forestales existentes. | recuperar las funciones ecosistémicas del sitio en el corto plazo.<br><br>Se registraron 9 especies de fauna silvestre que podrían verse afectadas por la modificación de su hábitat; se previene y reduce el impacto con unn programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. | Las afectaciones tendrán una incidencia a nivel de microcuenca por la ubicación de las áreas restauradas y la búsqueda de espacios por la fauna para realizar las actividades propias de cada especie. |
| Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas (paisaje y recreación) | Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema. | En la superficie del proyecto, no se realiza ecoturismo, pesca u otras actividades de aprovechamiento no extractivo.<br><br>La afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente en su calidad visual, en virtud de que la urbanización modificará el paisaje actual, considerado la alteración que ya existe por estar colindando con la mancha urbana. | La afectación a este servicio ambiental se considera nulo en virtud que en el sitio del proyecto no se llevan a cabo actividades ecoturísticas. |
| Obtención de productos de uso comercial de forma directa. | El aprovechamiento económico de la Vegetación de selva baja caducifolia, no tiene potencial comercial, la zona no ha sido objeto de explotación intensiva con fines comerciales e industriales, debido a entre muchas razones, el estado de conservación en la que se encuentra la vegetación en el área del proyecto, así como al nulo manejo que se tiene en dicha masa forestal, ello repercute en una baja calidad de sitio y poco redituable maderablemente. | Conforme a la valoración de los recursos biológicos forestales, existen muy pocas especies potencialmente aprovechables comercialmente. | Al ejecutarse el CUSTF el impacto que se tendría por la remoción de la vegetación forestal y la no oportunidad de su aprovechamiento comercial, se considera de baja escala y puntual únicamente a nivel de predio. |

### IV.6.5. VALORACIÓN DE LA INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Una vez identificadas y diseñadas las medidas de mitigación o correctoras que conducirán a reducir los efectos negativos, **se procede a determinar el impacto real producido por el proyecto**. El impacto final tiene lugar como consecuencia de todas las acciones atribuidas al proyecto, entre las que se incluyen en las medidas de mitigación-corrección.

La valoración de las medidas de mitigación que se proponen, se llevó a cabo con la misma metodología con la que fueron evaluados los impactos de las actividades hacia los componentes ambientales. Se calcula la importancia del impacto, pero en este caso se remplaza el criterio de recuperabilidad (ya que los impactos positivos no son recuperables), empleando en su lugar el criterio de costo por la introducción de cada medida propuesta.

En la tabla siguiente se muestra el aporte derivado de la introducción de medidas de mitigación y corrección de los impactos más significativos por cada componente ambiental.

*Tabla 292. Rejilla para estimar el impacto positivo derivado de la introducción de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.*

| INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS POR FACTOR | ATRIBUTOS DEL IMPACTO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SIGNO | INTENSIDAD | EXTENSIÓN | PERSISTENCIA | EFECTO | PERIODICIDAD | COSTO* | **IMPORTANCIA DEL IMPATCO/ACTIVIDAD** |
| **SUELO** | | | | | | | | |
| P7-Delimitación del área de trabajo | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | **10** |
| P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| P8-Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames | + | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | **15** |
| P5- Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias | + | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | **17** |
| P12-Gestión de aguas pluviales | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | **13** |
| M4-Ejecutar el programa de conservación de suelos | + | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | **18** |
| | | | | | | | | **97** |
| **AGUA** | | | | | | | | |
| P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **9** |
| P8-Ejecución del programa de manejo de combustibles y atención a derrames | + | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | **15** |
| P11-Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | **14** |
| P5- Limitar el movimiento de tierras en la temporada de lluvias | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **9** |
| M5-Encausamiento y regulación de las aguas pluviales | + | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | **16** |
| M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | **13** |
| C1- Ejecutar el programa de reforestación | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | **13** |
| P12-Gestión de aguas pluviales | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | **10** |
| M8-Uso racional del agua | + | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | **13** |
| | | | | | | | | **112** |
| **AIRE** | | | | | | | | |
| P1-Plática anual de concientización ambiental | | | | | | | | **0** |
| M3- Ajuste de la jornada de trabajo | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| P4-Revisión y mantenimiento a la maquinaria | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| P3-Riego de superficies. | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| P9-Circulación de camiones cubiertos con lona | + | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | **12** |
| P10-Moderación de la velocidad de circulación | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| M1-Ejecutar el programa de manejo de vegetación | + | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | **15** |
| M6-Cumplimiento de reglamentos | | | | | | | | **0** |
| | | | | | | | | **75** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PAISAJE** | | | | | | | | |
| P1-Plática anual de concientización ambiental | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | **14** |
| P7-Delimitación del área de trabajo | + | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | **14** |
| M7-Planificación espacial de obra | + | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | **19** |
| P6-Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | **13** |
| M6-Cumplimiento de reglamentos | + | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | **16** |
| P11-Gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | **15** |
| | | | | | | | | **91** |
| **VEGETACIÓN** | | | | | | | | |
| M1 - Ejecutar el programa de manejo de vegetación | + | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | **18** |
| P3-Riego de superficies. | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **12** |
| C1- Ejecutar el programa de reforestación | + | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | **24** |
| C2-Arborización de áreas verdes y aceras | + | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | **19** |
| P1- Plática anual de concientización ambiental | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | **13** |
| | | | | | | | | **86** |
| **FAUNA** | | | | | | | | |
| M3 - Ajuste de la jornada de trabajo | + | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | **11** |
| P1- Plática anual de concientización ambiental | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | **13** |
| P2 - Colocación de letreros prohibiendo la cacería y alusivos al cuidado de fauna silvestre | + | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | **11** |
| M2- Ejecutar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | **22** |
| | | | | | | | | **57** |
| **Social** | | | | | | | | |
| **Medidas de prevención - mitigación propuestas** | | | | | | | | |
| P6-Protocolos de gestión de tráfico y protección de infraestructura crítica | + | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | **14** |
| M6-Cumplimiento de reglamentos | + | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | **17** |
| | | | | | | | | **31** |

*Costo: Bajo (3), Medio (2), Alto (1)

*Tabla 293. Total aportado por las medidas de mitigación.*

| | |
|---|---|
| SUELO | 97 |
| AGUA | 112 |
| AIRE | 75 |
| PAISAJE | 91 |
| VEGETACIÓN | 86 |
| FAUNA | 57 |
| SOCIECONOMICO | 31 |
| Total aportado | **549** |
| Impacto total | -580.11 |
| IMPACTO FINAL | **-31.11** |

El impacto derivado de estas medidas se restó al valor del impacto total ponderado; así tenemos:

**(-580.11) + (549) = -31.11 es el valor del impacto final**

Conforme al valor adquirido como **impacto final** del proyecto, se tiene que las medidas propuestas pueden reducir significativamente los efectos negativos originados por las actividades del proyecto; dado que algunos de los impactos son negativos únicamente durante el periodo de construcción, desaparecerán inmediatamente al concluirse la actividad (impactos fugaces). Se puede observar que el impacto final es negativo, aun considerando el aporte de las medidas a los factores del medio fisicoquímico y biótico; debido a que se trata de un proyecto que contempla impactos residuales sobre algunos componentes como el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, modificación de la superficie por corte y rellenos para conformar las vialidades y la ocupación permanente por la construcción de viviendas. En cada uno de los lotes que conformen el fraccionamiento la ocupación será permanente durante la vida útil del proyecto (estimada en más de 100 años); extendiéndose varios años ya que se no volverá a su estado inicial al ser empleado para viviendas.

**El proyecto se considera viable** porque los impactos previstos durante su construcción serán prevenidos, mitigados y/o compensados; y durante la operación del fraccionamiento serán controlados con los instrumentos de regulación con los que cuenta el municipio de Jalpan de Serra. Además, el proyecto contribuye al desarrollo del territorio municipal a partir de la planeación urbana; **ubicándose dentro del territorio asignado para tal fin en el instrumento normativo (PDUCPJS)**, por lo tanto, está basado en una correcta gestión del suelo al urbanizar la superficie destinada al uso Habitacional H2.

Se densifica la población y evitan vacíos urbanos; por lo tanto, se hace más eficiente la prestación de los servicios públicos básicos y los mantenimientos correspondientes. Se obtendrá la factibilidad de servicios para la conexión del drenaje, agua potable y luz eléctrica por lo que no se generan impactos adversos. Se cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales mediante la PTAR municipal y el relleno sanitario para la gestión de los residuos sólidos urbanos.

Durante la operación del proyecto se llevará a cabo el control en la generación de residuos, la erosíón y el escurrmiento pluvial. Se mantendrán las áreas verdes para la captación e infiltración de agua y se mantendrá su calidad. El consumo de agua potable en las viviendas no se considera un impacto altamente significativo y no se lleva a cabo la explotación de mantos acuíferos, las fuentes de abastecimiento son administradas y operadas por la CEA, entre los principales impactos que serán prevenidos y mitigados.

### IV.6.6. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

*El área de influencia se define como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en la Región Ecológica o región, y que alterará algún elemento en particular o el conjunto de ellos.*

El criterio fundamental para identificar el área de influencia ambiental del estudio, es reconociendo los componentes ambientales que serán afectados por las actividades del proyecto, en sus diferentes fases. Al respecto, el ambiente relacionado con el proyecto, se puede caracterizar esencialmente como un ambiente físico (suelo, agua, aire y paisaje) en el que existe y se desarrolla una biodiversidad (componentes de flora y fauna), así como un ambiente socioeconómico, con sus evidencias y manifestaciones culturales. Para este caso, considerando el grado de interrelación que tendrá el proyecto con las distintas variables socio-ambientales, el área de influencia se ha subdividido en dos: directa e indirecta. Esta subdivisión permite tener una mayor comprensión y facilidad de análisis de la situación ambiental de la zona.

Área de Influencia Directa (AID)

*Se atribuye como área de influencia directa al espacio físico en donde las actividades del proyecto afectan a los componentes ambientales del área, considerando los impactos directos e incluyendo aquellos de mayor o menor magnitud e intensidad.*

Para delimitar el área de influencia directa se ha considerado algunos parámetros ambientales sensibles que resultarán afectados por la construcción del proyecto, entre los que tenemos:

- Cambio en la cobertura forestal de la superficie de construcción (CUSTF)
- Alteración del hábitat para la fauna silvestre ocasional
- Alteración de la estética paisajística
- Modificación de la geomorfología por cortes y rellenos en la formación de vialidades.
- Alcance del arrastre de partículas de suelo por erosión hídrica y eólica
- Alcance del arrastre de hidrocarburos en contacto con escurrimientos
- Alcance de la afectación por ruido y vibraciones
- Alcance de la dispersión de residuos sólidos urbanos

Se delimita la superficie conforme al área en donde se generarán los impactos de mayor intensidad, sobre todo los impactos negativos, porque suponen cambios

relevantes en las condiciones actuales de los componentes ambientales. En este sentido, el área de influencia directa (**AID**) del proyecto, se establece teniendo como referencia el 100% de la superficie del proyecto; así como las vías de acceso por donde transiten los vehículos y el personal para llevar a cabo el acarreo de materiales y construcción, la colocación de señalización para advertir la entrada y salida de camiones, así como las vías empleadas por vehículos particulares de los usuarios del nuevo fraccionamiento durante la operación.

Se contemplan al menos 200m alejados de la superficie de construcción hacia la superficie con cubierta forestal donde se dirigirá la marcha para el desplazamiento de la fauna silvestre (ahuyentamiento) y se mantengan alejados los animales durante el proceso constructivo para evitar impactos. Se incorpora en este búfer de 200m de radio la superficie hasta donde se considera, pueden disiparse los polvos, ruidos y vibraciones con mayor intensidad generados por la operación de la maquinaria en la etapa de construcción.

Se considera la trayectoria del escurrimiento aguas abajo hasta donde podrían manifestarse los sedimentos erosionados en la superficie del proyecto y que lograran azolvar el escurrimiento cercano al área del proyecto.

En este sentido, el AID comprende un perímetro de 4.398km que encierran en una superficie de **776,161m$^2$ (77.6162ha)**.

La dispersión de las emisiones derivadas de la combustión, pueden extenderse más allá del AID; sin embargo, no es posible definirlos con exactitud debido a que el aire también recibe la influencia de otras actividades generadoras de emisiones dentro de la Región Ecológica, ajenas al proyecto que se propone, debido al tránsito de vehículos en el área urbana de Jalpan de Serra y sus principales vías de comunicación, así como otras actividades constructivas y agropecuarias que se lleva a cabo en su interior; sin embargo, quedan contempladas en el AII.

El arrastre de partículas de suelo se estima puedan llegar más allá del área delimitada; de igual manera, al interior de la Región Ecológica también puede ser originado por otras actividades ajenas a la ejecución del proyecto. Los impactos del proyecto por el depósito de residuos en el relleno sanitario municipal, o por el uso de materiales de relleno y el depósito de material de corte en bancos, no se considera en esta delimitación ya que se llevará a cabo en sitios autorizados, los cuales realizan sus propias medidas de mitigación conforme a sus autorizaciones respectivas, las rutas de desplazamiento quedan comprendidas dentro del AII (microcuenca).

*Tabla 294 Coordenadas UTM del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto*

| Área de Influencia Directa | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vértice | X | Y | Vértice | X | Y | Vértice | X | Y |
| 1 | 450092.73 | 2346840.37 | 33 | 449185.331 | 2347046.56 | 65 | 449664.407 | 2347681.96 |
| 2 | 450097.467 | 2346880.43 | 34 | 449168.51 | 2347050.85 | 66 | 449715.811 | 2347702.4 |
| 3 | 450096.899 | 2346922.47 | 35 | 449168.273 | 2347062.41 | 67 | 449747.638 | 2347717.23 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 450061.567 | 2346995.51 | 36 | 449176.831 | 2347078.75 | 68 | 449780.306 | 2347733.23 |
| 5 | 450028.832 | 2347044.51 | 37 | 449188.157 | 2347104.89 | 69 | 449823.482 | 2347750.4 |
| 6 | 449995.413 | 2347026.95 | 38 | 449190.637 | 2347123.53 | 70 | 449865.899 | 2347752.12 |
| 7 | 449955.565 | 2346996.22 | 39 | 449194.234 | 2347144.86 | 71 | 449887.775 | 2347751.87 |
| 8 | 449940.182 | 2346997.13 | 40 | 449192.243 | 2347172.14 | 72 | 449908.641 | 2347763.2 |
| 9 | 449900.251 | 2346982.48 | 41 | 449192.868 | 2347189.71 | 73 | 449928.883 | 2347763.02 |
| 10 | 449873.735 | 2346979.34 | 42 | 449184.929 | 2347211.31 | 74 | 449941.527 | 2347767.96 |
| 11 | 449849.024 | 2346967.56 | 43 | 449166.016 | 2347215.28 | 75 | 449962.664 | 2347790.75 |
| 12 | 449828.146 | 2346946.86 | 44 | 449121.401 | 2347239.43 | 76 | 449977.771 | 2347726.45 |
| 13 | 449805.037 | 2346932.06 | 45 | 449106.041 | 2347260.35 | 77 | 450033.678 | 2347625.74 |
| 14 | 449793.163 | 2346939.44 | 46 | 449088.732 | 2347261.44 | 78 | 450299.716 | 2347692.14 |
| 15 | 449772.94 | 2346950.17 | 47 | 449126.693 | 2347434.79 | 79 | 450308.638 | 2347635.91 |
| 16 | 449734.389 | 2346969.27 | 48 | 449178.898 | 2347442.9 | 80 | 450316.888 | 2347565.69 |
| 17 | 449689.45 | 2346966.59 | 49 | 449217.427 | 2347464.06 | 81 | 450328.811 | 2347534.79 |
| 18 | 449646.734 | 2346950.09 | 50 | 449249.89 | 2347455.77 | 82 | 450348.511 | 2347464.63 |
| 19 | 449594.074 | 2347010.69 | 51 | 449298.128 | 2347440.81 | 83 | 450368.904 | 2347411.91 |
| 20 | 449441.867 | 2347128.15 | 52 | 449324.138 | 2347448.79 | 84 | 450393.537 | 2347331.65 |
| 21 | 449396.198 | 2347168.35 | 53 | 449325.298 | 2347450.94 | 85 | 450416.89 | 2347266.54 |
| 22 | 449373.151 | 2347188.68 | 54 | 449364.423 | 2347463.43 | 86 | 450437.446 | 2347205.09 |
| 23 | 449342.275 | 2347165.43 | 55 | 449366.839 | 2347463.24 | 87 | 450459.077 | 2347127.25 |
| 24 | 449321.235 | 2347189.47 | 56 | 449367.323 | 2347463.21 | 88 | 450492.499 | 2347039.96 |
| 25 | 449307.224 | 2347182.39 | 57 | 449416.122 | 2347475.43 | 89 | 450507.38 | 2346978.48 |
| 26 | 449297.175 | 2347173.38 | 58 | 449452.886 | 2347495.09 | 90 | 450374.038 | 2346930.86 |
| 27 | 449289.935 | 2347164.99 | 59 | 449472.111 | 2347527.63 | 91 | 450170.563 | 2346848.17 |
| 28 | 449269.921 | 2347137 | 60 | 449550.381 | 2347564.38 | 92 | 450099.563 | 2346817 |
| 29 | 449247.19 | 2347097.28 | 61 | 449587.581 | 2347588.66 | | | |
| 30 | 449230.967 | 2347070.26 | 62 | 449588.079 | 2347589.16 | | | |
| 31 | 449214.374 | 2347046.88 | 63 | 449620.81 | 2347618.84 | | | |
| 32 | 449203.838 | 2347042.98 | 64 | 449639.137 | 2347655.36 | | | |

Área de Influencia Indirecta (AII)

*Es la zona en donde el proyecto genera impactos indirectos: aquellos que ocurren en el espacio diferente a donde se produjo la acción que género el impacto ambiental; es decir, el espacio físico en el que un componente ambiental afectado directamente, afecta a su vez a otro u otros componentes ambientales no relacionados con el proyecto, aunque sea con una intensidad mínima.*

El **AII** se establece con base al impacto socio-económico; considerando la zona urbana de Jalpan, región donde se localiza un importante número de habitantes; se contemplan las vías de comunicación que convergen desde la carretera hacia el sitio donde se pretende la construcción del proyecto. Así mismo, la ubicación de los principales comercios para la adquisición de gran parte de los materiales a emplear en la construcción y para el abasto de combustibles, principalmente. El AII comprende también los sitios de donde provendrá la mano de obra, las oficinas alternas y espacios donde se llevarán a cabo los trámites con los que tenga interacción el proyecto en su etapa de construcción y mayormente en la etapa de operación.

De acuerdo a lo anterior, el **AII** considera algunos factores ambientales expuestos a modificarse o servicios a ocuparse:

- Alteración de la calidad del aire por generación de ruido en las vías de comunicación para el acceso al predio.

- Vías de acceso al proyecto donde puedan disiparse partículas de suelo por el acarreo de materiales.
- Afectación del tránsito y condiciones de la infraestructura en las vías de comunicación de los asentamientos humanos en la trayectoria del proyecto.
- Afectación socioeconómica en los sitios de abastecimiento de bienes y servicios
- Sitios de contratación de mano de obra calificada y no calificada.
- Centros de abastecimiento de insumos (estaciones de servicio y materialistas).
- Rutas hacia el banco de materiales o tiro para depósitos de escombros y o materiales excavados.
- Alcance del bien o servicio que se proporciona con el proyecto (asentamientos humanos, cabecera municipal).
- Superficies para su restauración con las obras o actividades propuestas en las medidas de compensación ambiental.

Considerando estos criterios, se evaluaron los alcances y beneficios del proyecto en el área urbana, así como en los núcleos de población cercanos, en el marco del impacto socio ambiental. Los impactos que trascienden el área directamente involucrada por el proyecto son predominantemente positivos, asociados principalmente a la generación de empleos, la derrama económica a nivel local y el fortalecimiento del desarrollo y bienestar social.

En tal sentido, el AII comprende a la microcuenca (región ecológica) empleada en los cálculos de los impactos a la vegetación, la fauna, el suelo y la hidrología para demostrar los criterios de excepcionalidad del cambio de uso de suelo en terrenos forestales como lo establece la SEMARNAT; análisis que también se presenta en esta MIA-P. Además, por el tamaño y tipo de obra, no se consideran impactos negativos a los principales factores ambientales, fuera de los límites establecidos.

La microcuenca Jalpan consta de un perímetro de 23.64 km que encierran una superficie de 3066.99 ha, tomando como referencia la ubicación del proyecto, los servicios necesarios y la disponibilidad de mano de obra. Las coordenadas del AII son las mismas la REambiental analizado.
Cabe señalar que algunas de las actividades pueden extenderse aun más, fuera de esos límites, como son la obtención de materiales de construcción (grava y arena) abastecidos desde el municipio de Arroyo Seco. Por el tipo de proyecto, su beneficio puede ser incluso regional; sin embargo, se acota al AII en donde los impactos positivos y negativos serán significativos en distinta magnitud y extensión.

El relleno sanitario municipal destinado al manejo de residuos sólidos urbanos se localiza fuera de los límites del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto; opera bajo un marco normativo ambiental propio; por lo tanto, las actividades del proyecto no generan modificaciones ambientales atribuibles a su funcionamiento ni interacción directa con este sitio.

En general los impactos indirectos del proyecto son de carácter social y económico básicamente; se contemplan las colonias vulnerables de Jalpan de donde provendrá gran parte de la mano de obra del proyecto; así mismo, se abarcan estaciones de servicio, talleres mecánicos, centros de salud, ferreteras y casas materialistas que se beneficiarán directa e indirectamente del proyecto.

*Tabla 295 Coordenadas UTM del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto*

| Área de Influencia Indirecta (Microcuenca Jalpan) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vert. | X | Y | Vert. | X | Y | Vert. | X | Y |
| 1 | 445864.34 | 2348188.03 | 51 | 452098.97 | 2350381.61 | 101 | 449672.40 | 2344609.39 |
| 2 | 445902.69 | 2348175.61 | 52 | 452194.78 | 2350253.93 | 102 | 449594.84 | 2344529.06 |
| 3 | 446028.83 | 2348072.56 | 53 | 452199.96 | 2350167.00 | 103 | 449513.11 | 2344257.63 |
| 4 | 446223.97 | 2348099.12 | 54 | 452193.63 | 2350104.34 | 104 | 449474.26 | 2344187.73 |
| 5 | 446337.93 | 2348193.28 | 55 | 452197.87 | 2350033.29 | 105 | 449333.15 | 2344124.66 |
| 6 | 446330.52 | 2348317.34 | 56 | 452126.63 | 2349937.07 | 106 | 449232.63 | 2344074.09 |
| 7 | 446589.19 | 2348586.54 | 57 | 452301.83 | 2349779.71 | 107 | 449000.92 | 2344043.13 |
| 8 | 446668.73 | 2348692.61 | 58 | 452281.99 | 2349583.46 | 108 | 448900.09 | 2344099.17 |
| 9 | 446918.59 | 2348970.83 | 59 | 452316.90 | 2349500.68 | 109 | 448768.51 | 2344096.67 |
| 10 | 447025.89 | 2349016.09 | 60 | 452587.39 | 2349257.74 | 110 | 448595.31 | 2344107.11 |
| 11 | 447099.24 | 2349055.05 | 61 | 452626.37 | 2349165.30 | 111 | 448459.78 | 2344062.72 |
| 12 | 447227.61 | 2349100.77 | 62 | 452660.96 | 2349100.19 | 112 | 448237.04 | 2343976.54 |
| 13 | 447670.37 | 2349504.25 | 63 | 452642.74 | 2348919.98 | 113 | 448174.07 | 2344011.53 |
| 14 | 447885.83 | 2349633.10 | 64 | 452667.54 | 2348614.42 | 114 | 448108.42 | 2344234.76 |
| 15 | 447915.44 | 2349666.07 | 65 | 452836.63 | 2348401.21 | 115 | 447977.88 | 2344402.08 |
| 16 | 448062.87 | 2349707.17 | 66 | 452810.42 | 2348257.44 | 116 | 447738.31 | 2344633.40 |
| 17 | 448143.43 | 2349761.83 | 67 | 452768.43 | 2348185.72 | 117 | 447667.50 | 2344874.18 |
| 18 | 448214.75 | 2349791.91 | 68 | 452831.07 | 2347961.00 | 118 | 447549.54 | 2345025.38 |
| 19 | 448345.69 | 2349900.10 | 69 | 452902.58 | 2347855.60 | 119 | 447525.67 | 2345304.01 |
| 20 | 448377.38 | 2350056.50 | 70 | 452925.64 | 2347712.56 | 120 | 447475.59 | 2345403.58 |
| 21 | 448410.97 | 2350250.08 | 71 | 453004.96 | 2347675.18 | 121 | 447429.40 | 2345506.89 |
| 22 | 448486.34 | 2350378.86 | 72 | 453035.29 | 2347638.48 | 122 | 447375.42 | 2345588.90 |
| 23 | 448553.20 | 2350520.74 | 73 | 452589.39 | 2347193.13 | 123 | 447332.61 | 2345684.67 |
| 24 | 448705.29 | 2350611.70 | 74 | 452409.96 | 2347161.93 | 124 | 447261.39 | 2345792.88 |
| 25 | 448862.96 | 2350787.25 | 75 | 451847.96 | 2346657.27 | 125 | 447229.37 | 2346024.46 |
| 26 | 449044.67 | 2350798.10 | 76 | 451619.46 | 2346552.18 | 126 | 447306.78 | 2346163.73 |
| 27 | 449082.38 | 2350794.28 | 77 | 451585.41 | 2346454.18 | 127 | 447200.61 | 2346345.40 |
| 28 | 449197.18 | 2350889.14 | 78 | 451438.63 | 2346240.07 | 128 | 447154.08 | 2346503.68 |
| 29 | 449229.33 | 2351018.26 | 79 | 451354.45 | 2346201.35 | 129 | 447062.66 | 2346739.95 |
| 30 | 449275.66 | 2351069.85 | 80 | 451306.21 | 2345978.78 | 130 | 446811.70 | 2346966.51 |
| 31 | 449338.77 | 2351054.71 | 81 | 451255.01 | 2345931.58 | 131 | 446530.14 | 2347006.10 |
| 32 | 449378.50 | 2351019.03 | 82 | 451278.03 | 2345853.80 | 132 | 446467.50 | 2347040.91 |
| 33 | 449425.84 | 2350961.74 | 83 | 451303.12 | 2345828.67 | 133 | 446388.71 | 2347308.78 |
| 34 | 449576.86 | 2350986.09 | 84 | 451276.78 | 2345804.33 | 134 | 446273.21 | 2347456.82 |
| 35 | 449629.19 | 2351013.89 | 85 | 451252.10 | 2345778.77 | 135 | 446232.44 | 2347595.43 |
| 36 | 449701.11 | 2351006.62 | 86 | 451152.09 | 2345734.07 | 136 | 446142.97 | 2347717.22 |
| 37 | 449734.62 | 2351043.93 | 87 | 451125.04 | 2345706.05 | 137 | 446119.88 | 2347768.88 |
| 38 | 449905.78 | 2351104.88 | 88 | 450872.57 | 2345687.09 | 138 | 446094.83 | 2347818.67 |
| 39 | 450000.03 | 2351209.82 | 89 | 450822.78 | 2345662.05 | 139 | 446071.74 | 2347870.32 |
| 40 | 450124.91 | 2351276.16 | 90 | 450771.12 | 2345638.96 | 140 | 446046.69 | 2347920.11 |
| 41 | 450385.87 | 2351247.53 | 91 | 450593.49 | 2345495.02 | 141 | 446023.60 | 2347971.77 |
| 42 | 450535.03 | 2351118.89 | 92 | 450398.16 | 2345468.01 | 142 | 445864.34 | 2348188.03 |
| 43 | 450789.60 | 2351143.20 | 93 | 450277.26 | 2345388.44 | | | |
| 44 | 451035.01 | 2351353.33 | 94 | 450195.02 | 2345254.92 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | 451178.00 | 2351361.86 | 95 | 450160.31 | 2345198.57 | | | |
| 46 | 451264.64 | 2351328.00 | 96 | 450145.41 | 2345178.85 | | | |
| 47 | 451412.45 | 2351280.15 | 97 | 450030.24 | 2345026.42 | | | |
| 48 | 451832.68 | 2350864.25 | 98 | 449963.22 | 2344927.18 | | | |
| 49 | 452093.24 | 2350834.88 | 99 | 449901.02 | 2344802.11 | | | |
| 50 | 452057.36 | 2350480.26 | 100 | 449788.26 | 2344661.17 | | | |

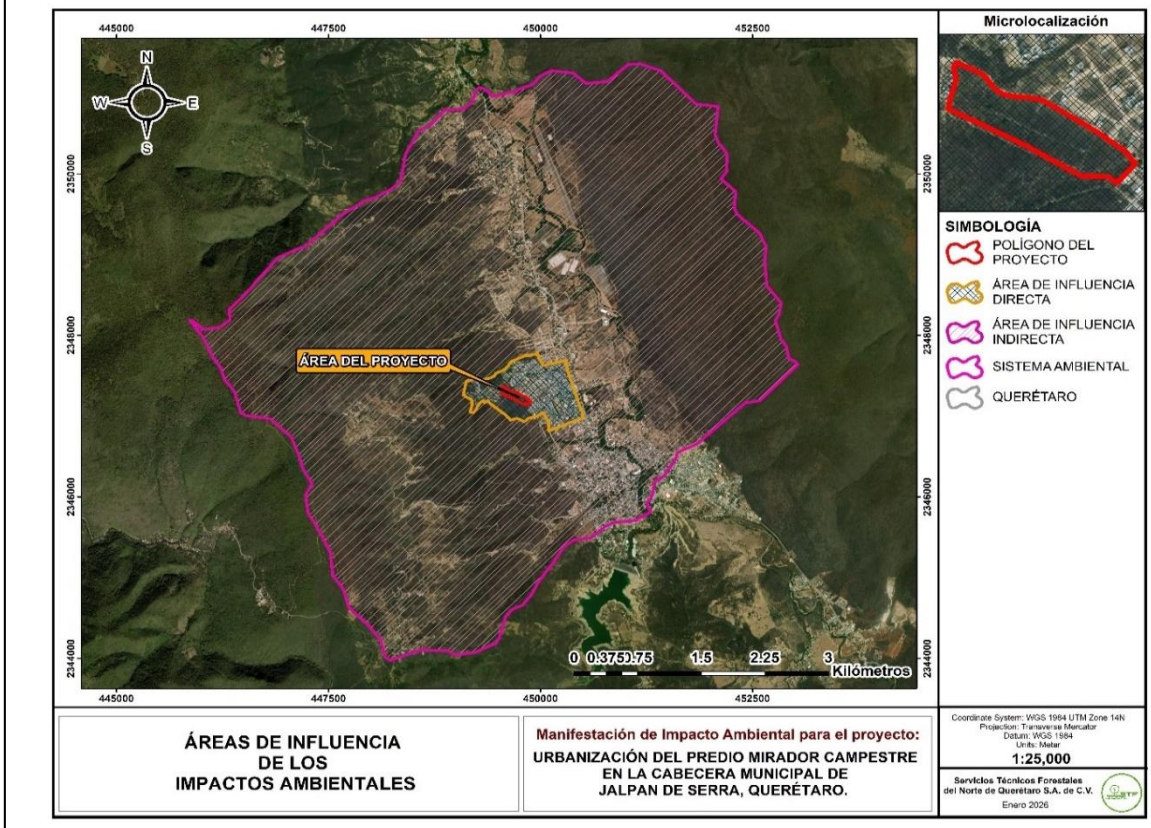



Ilustración 168 Áreas de Influencia directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto.

| **Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.** |
|---|
| **Enlace a archivos anexos**<br><br>Polígono área de influencia directa<br><br>Justificación Área de Influencia Directa<br><br>Polígono Área de Influencia Indirecta<br><br>Justificación Área de Influencia Indirecta |

Plano áreas de influencia

## IV.7. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN FORESTAL

*Tabla 296 Medidas de mitigación y compensación*

| Medidas de compensación y/o restauración ambiental | | | |
|---|---|---|---|
| Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución. | | Ubicación | Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades |
| Medidas de mitigación | Durante las etapas de desmonte y despalme del proyecto se implementarán programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre al inicio y durante dichas actividades, las cuales se desarrollarán en periodos consecutivos de cinco y tres años respectivamente; además, se ajustarán las jornadas de trabajo de 8:00 a.m. a 6:00 p.m., evitando el uso de motosierras, el movimiento innecesario de camiones y maquinaria, así como la generación de ruidos fuertes para minimizar afectaciones ambientales. Asimismo, se ejecutará un programa de conservación de suelos para prevenir la erosión durante la preparación del sitio, se realizará el encauzamiento y regulación de aguas pluviales tanto en la superficie del proyecto como en los techos de las viviendas para favorecer su infiltración durante la vida útil del proyecto, y se promoverá el uso racional del agua mediante la aplicación de reglamentos municipales y ecológicos para evitar la descarga de contaminantes al sistema de drenaje. | Polígono área de reubicación de flora<br>Sitio de reubicación de fauna silvestre<br>Ejemplares de arbolado en pie a reubicar<br>Ubicación barreras de piedra | - 1 Jornadas de ahuyentamiento/día de actividad<br>- No. de ejemplares rescatados y reubicados.<br>- Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo.<br>- Jornadas de 8 horas de trabajo<br>No. Maquinaria y equipos en reposo.<br>- Jornadas/días de actividad.<br>- No. ejemplares rescatados y reubicados.<br>- Cantidad de obra construida<br>- Vol. suelo retenido<br>- Volumen de agua regulada<br>- No. Sistemas de captación e infiltración de agua de lluvia.<br>- 100% de viviendas conectadas a los servicios de agua potable y saneamiento |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Medias de compensación** | Durante la ejecución del CUSTF se implementará un programa de manejo de vegetación enfocado en el rescate y reubicación de flora para conservar la diversidad de especies forestales afectadas, así como en la conservación de arbolado en pie para integrarlo a las superficies de conservación de los lotes y mantenerlo durante la vida útil del proyecto. Asimismo, se realizará el picado y dispersión de residuos vegetales y la colocación de mantillo o banco de semillas en sitios de reubicación y áreas verdes para favorecer su integración al suelo y apoyar los procesos de infiltración. Complementariamente, se ejecutará un programa de reforestación, incluyendo terrazas individuales, con duración de un año y mantenimiento durante cinco años, con el objetivo de recuperar la cobertura vegetal en una superficie equivalente a la impactada por el CUSTF. | Polígono área de reforestación<br><br>Polígono de áreas verdes<br><br>Plano reubicación y reforestación | - No. ejemplares reubicados anual.<br>- Sobrevivencia ≥ 80%<br>- No. de árboles en pie.<br>- Vol. material recuperado Sup. Cubierta<br>- Diversidad de especies en el sitio de dispersión<br>- Vol. de material recuperado<br>- Superficie cubierta<br>- No. ejemplares reubicados anual.<br>- Sobrevivencia ≥ 80%<br>- 2.8 ha reforestadas<br>- Sobrevivencia ≥ 80%<br>- 1560 terrazas |

## IV.8. CONCLUSIONES

Debido a que el proyecto de **Urbanización**, contempla la apertura y pavimentación de calles, la provisión de los servicios básicos (agua potable, luz y drenaje sanitario) y la construcción de las viviendas de manera progresiva, por sus propietarios; se estima que la mayoría de los impactos a generar, podrán ser prevenidos, atenuados y mitigados con las medidas propuestas. Se generan impactos que serán residuales por la permanencia de infraestructura (línea eléctrica y viviendas), principalmente; sin embargo, se prevén medidas para atenuarlos.

El cambio de uso del suelo también produce un impacto ambiental considerado como irreversible en el sitio de generación; el impacto se proyecta en una superficie con un destino para el desarrollo urbano, debido a las condiciones del lugar las afectaciones que se ocasionen en la cobertura y relieve son menos significativas que en áreas distintas. Se prevé como medida de compensación la restauración de un área a la cual se le mejoran sus características incrementando su cobertura, reincorporando dicha superficie a su uso forestal y mejoramiento en la provisión de servicios ambientales.

Conforme al instrumento de planeación urbana municipal; se encuentra en aptitud para el desarrollo urbano (habitacional H2), presenta condiciones previas con cierto grado de alteración que no demuestran una calidad excepcional en el sitio propuesto. Los efectos que el CUSTF ocasiona en los factores ambientales con los que interacciona el proyecto no compromete su permanencia como quedó demostrado en el ETJ correspondiente, evaluado por la OR de la SEMARNAT.

Los impactos durante la operación consistirán en a) consumo de energía eléctrica: la generación de la misma se lleva a cabo fuera de la región ecológica, por lo que los impactos derivados de la producción son mitigados en otro sitio. b) consumo de agua potable puede generar efectos significativos con el tiempo, debido al incremento en el volumen de aprovechamiento de los cuerpos de abastecimiento, contribuyendo a su abatimiento; sin embargo, no se contemplan afectaciones al acuífero debido a que no se extrae agua subterránea para su potabilización, la factibilidad emitida por el organismo operador determina la no repercusión en el suministro. c) la generación de residuos sólidos urbanos también será un impacto permanente durante la operación del proyecto; se prevé la aplicación de la ley de ejecución de la econmía circular y los reglamentos municipales en la materia para reducir su volumen. En general hacer un uso responsable del agua y la energía eléctrica, así como la conservación de las áreas verdes para contribuir al disminuir el cambio climático.

El impacto social que generará este proyecto es considerado como positivo y de amplia aceptación por la autoridad municipal, tomando en cuenta que se contribuye con el desarrollo urbano ordenado y organizado del centro de población más importante en la región serrana. Se promueve la ocupación óptima de espacios y el

ordenamiento del territorio Jalpense. El proyecto se llevará a cabo atendiendo los trámites correspondientes y previendo la infraestructura necesaria para la provisión de los servicios públicos básicos.

El proyecto socialmente beneficia a los habitantes de la cabecera municipal y las comunidades que se ubican en su zona de influencia, al brindar la oportunidad de adquirir un patrimonio en la traza urbana en donde se proveen todos los servicios básicos que mejoren su calidad de vida.

Finalmente, debe tomarse en cuenta que la ejecución de este tipo de proyecto es trascendental en el desarrollo social de los pueblos y comunidades; por su ubicación dentro de una Área Natural Protegida, cuya mega diversidad es mundialmente reconocida, se tiene plena conciencia de que su ejecución debe ser muy cuidadosa, respetando los instrumentos de regulación para la ocupación del territorio y reduciendo al mínimo los impactos ambientales negativos sobre los recursos naturales.

| **ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA** | | |
|---|---|---|
| **Listado de archivos editables** | | |
| Memorias de calculo<br><br>Archivos shapefile | | |
| **DOCUMENTACIÓN LEGAL** | | |
| Documentos del promovente y representante legal<br><br>Documentación del predio | | |
| **Imágenes y otros anexos** | | |
| **Elemento** | **Enlace al archivo digital** | **Fecha de elaboración** |
| **Imagen satelital** | | |
| **Fotografía Aérea** | | |
| **Mapas** | Cartografía | Abril de 2026 |
| **Planos** | Planos del proyecto | Abril de 2026 |
| **Croquis** | | |
| **Fotografías** | Anexo fotográfico | Marzo de 2026 |
| **Videos** | | |
| **Otros (especificar)** | Programa de conservación de suelos | Marzo de 2026 |
| | Programa de manejo de vegetación | Marzo de 2026 |
| | Programa de reforestación | Marzo de 2026 |
| | Programa de ahuyentamiento, | Marzo de 2026 |

| | | |
|---|---|---|
| | rescate y reubicación de fauna silvestre | |
| | Anuencia del sitio a reubicar y reforestar | Agosto de 2024 |

| Estudios Específicos | | | |
|---|---|---|---|
| **Enlace al archivo** | **Nombre del estudio** | **Responsable de elaboración** | **Fecha de elaboración** |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\ESTUDIO HIDROLOGICO | Estudio Hidrológico | Sergio Villagómez Zárate | Febrero de 2017 |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\ESTUDIO DE GEOTECNIA | Estudio de Geotecnia | SANRIC | Abril de 2026 |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\BD INVENTARIO FTAL (MiradorCampestre) (1).xlsx | Base de datos del inventario forestal | Servicio Técnicos Forestales del Norte de Querétaro | Enero de 2026 |

**[1]Incluir en los anexos el estudio que contenga los métodos, análisis y conclusiones del muestreo de flora y fauna, acorde con el Capítulo III de la presente Guía.**

| Memorias de cálculo | | |
|---|---|---|
| **Enlace al archivo** | **Nombre** | **Fecha de elaboración** |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\DIMENSIONES DEL PROYECTO.xlsx | Dimensiones del proyecto | Marzo de 2026 |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\MEMORIA DE CALCULOS FINANCIERO, OBRAS Y | Memoria de cálculos financieros, obras y residuos | Marzo de 2026 |

| | | |
|---|---|---|
| RESIDUOS.xlsx | | |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\MEMORIA EMISION DE CONTAMINANTES.xlsx | Memoria de emisión de contaminantes | Marzo de 2026 |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\EROSION DE SUELOS.xlsx | Cálculo de erosión de suelos | Febrero de 2026 |
| Anexo_INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS\ANEXOS-CAPITULO I\MEMORIAS DE CÁLCULO\ESTIMACION CARBONO.xlsx | Estimación de carbono | Febrero de 2026 |
| **Bibliografía y Referencias** | | |
| Bibliografía consultada | | |