MEDIO AMBIENTE

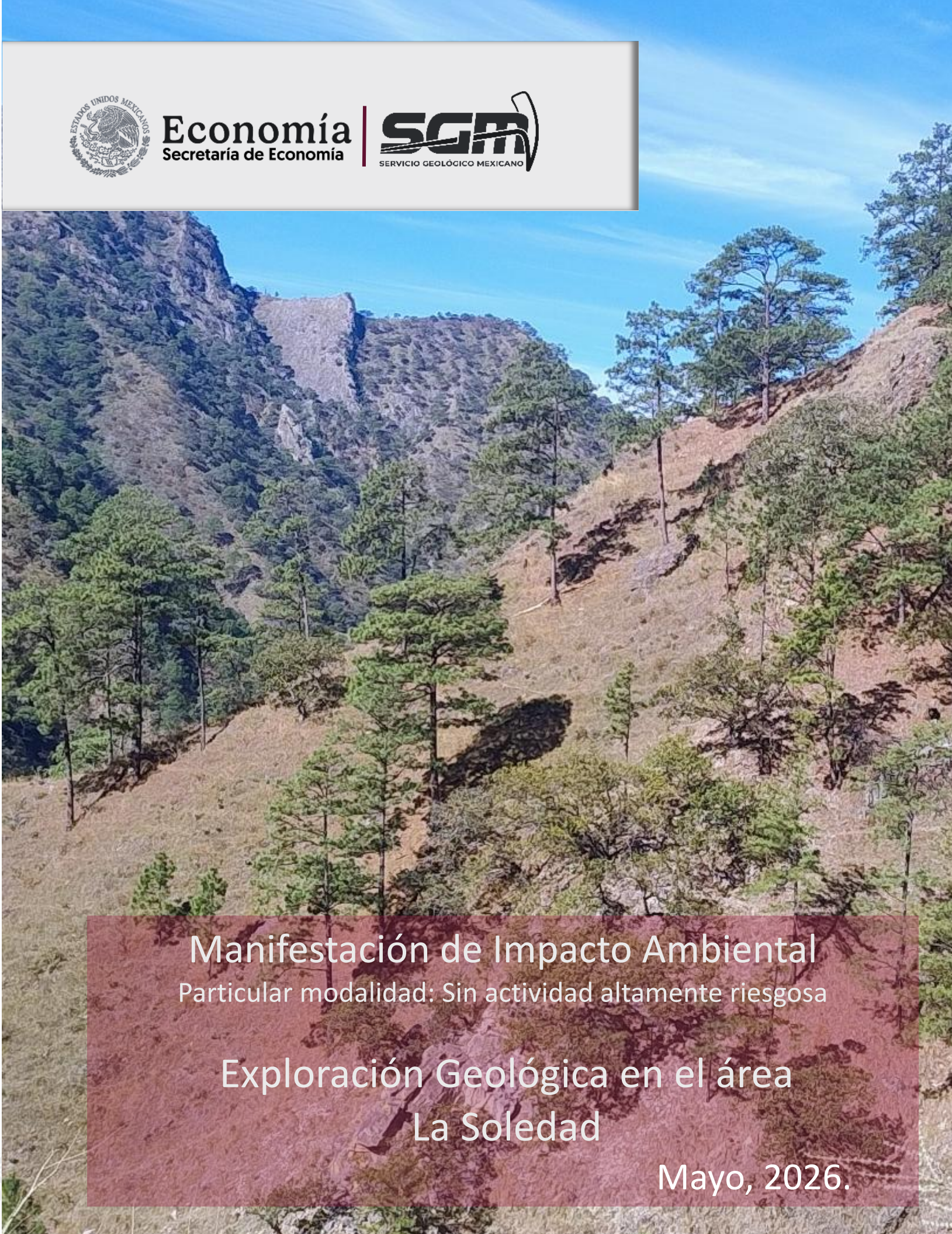
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Economía
Secretaría de Economía

SGM
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO



Manifestación de Impacto Ambiental

Particular modalidad: Sin actividad altamente riesgosa

Exploración Geológica en el área La Soledad

Mayo, 2026.

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 11

I.I PROYECTO 11
I.I.1 Nombre del proyecto 11
I.I.2 Ubicación del proyecto 11
I.I.3 Tiempo de vida útil del proyecto 13
I.I.4 Presentación de la documentación legal 13
I.II PROMOVENTE 13
I.II.1 Nombre o razón social 13
I.II.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 13
I.II.3 Nombre y cargo del representante legal 13
I.II.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 13
I.III RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 14
I.III.1 Nombre o razón social 14
I.III.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 14
I.III.3 Nombre del responsable técnico del estudio 14
I.III.4 Dirección del responsable técnico del estudio 14

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15

II.I INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 15
II.I.1 Naturaleza del proyecto 15
II.I.2 Selección del sitio 17
II.I.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 17
II.I.4 Inversión requerida 21
II.I.5 Dimensiones del proyecto 21
II.I.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 24
II.I.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 28
II.II CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 30
II.II.1 Programa general de trabajo 30
II.II.2 Preparación del sitio 30
II.II.3 Construcción de obras mineras 31
II.II.4 Construcción de obras asociadas o provisionales 33
II.II.5 Etapa de operación y mantenimiento 35
II.II.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación) 38
II.II.7 Utilización de explosivos 39
II.II.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 39
II.II.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 40
II.II.10 Otras fuentes de daños 40

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 41

III.I ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS 41
III.I.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 41
III.I.2 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango 49
III.I.3 Plan de Desarrollo del Estado de Durango 57
III.I.4 Plan de Desarrollo del Estado de Sinaloa 59
III.I.5 Plan Municipal de Desarrollo de Tamazula, Durango 60

III.I.6 Plan Municipal de Desarrollo de Badiraguato, Sinaloa *61*
III.II LEYES AMBIENTALES 63
III.II.1 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente *63*
III.III NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES 64
III.IV DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 65
III.IV.1 Región Hidrológica Prioritaria *65*
III.IV.2 Región Terrestre Prioritaria *66*
III.IV.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves *69*

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 71

IV.I DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 71
IV.II CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 75
IV.II.1 Aspectos abióticos *75*
IV.II.2 Aspectos bióticos *108*
IV.II.3 Análisis de vegetación *117*
IV.II.4 Muestreo de vegetación del Sistema Ambiental *153*
IV.II.5 Muestreo de fauna en el SA *172*
IV.II.6 Paisaje *183*
IV.II.7 Características del paisaje *184*
IV.II.8 Medio Socioeconómico *196*
IV.II.9 Diagnóstico Ambiental *208*

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 214

V.I METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 216
V.I.1 Indicadores de impacto *216*
V.I.2 Lista indicativa de indicadores de impacto *227*
V.I.3 Criterios y metodología de evaluación *231*

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 238

VI.I DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 238
VI.II IMPACTOS RESIDUALES 243

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 243

VII.I PRONÓSTICO DEL ESCENARIO 243
VII.II PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 247
VII.II.1 Objetivo del programa *247*
VII.II.2 Estrategias de supervisión en el sitio del proyecto *247*
VII.II.3 Seguimiento y monitoreo *248*
VII.III CONCLUSIONES 252

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 253

VIII.I PLANOS DEFINITIVOS 253
VIII.II FOTOGRAFÍAS 259
VIII.III LISTA DE FLORA Y FAUNA 273
VIII.IV OTROS ANEXOS 277
VIII.V GLOSARIO DE TÉRMINOS 278

BIBLIOGRAFÍA 282

Figuras

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 12
FIGURA 2. SELECCIÓN DEL SITIO. 18
FIGURA 3. PLANO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 19
FIGURA 4. VÍAS DE ACCESO. 20
FIGURA 5. RETÍCULA DEL ÁREA DE ESTUDIO. 23
FIGURA 6. USO DE SUELO PRESENTE EN EL ÁREA DE EXPLORACIÓN. 25
FIGURA 7. ESQUEMA DE LA PREPARACIÓN DE LA PLANILLA EN PENDIENTES. 32
FIGURA 8. CAMINO A LA LOCALIDAD DE PITORREAL. 34
FIGURA 9. VEREDA A LA LOCALIDAD DE LA VENTANA. 34
FIGURA 10. PERFORADORA TIPO EDG III. 35
FIGURA 11. TESTIGO DE ROCA (NÚCLEO) SALIENDO DE LA TUBERÍA DE BARRENACIÓN, NÚCLEO ACOMODADO EN CAJAS PARA SER ANALIZADO. 36
FIGURA 12. ESQUEMA DE BARRENACIÓN. 37
FIGURA 13. UAB-92 CAÑONES CHIHUAHUENSES SUR. 44
FIGURA 14. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SA DEL PROYECTO. 51
FIGURA 15. RHP 20 - CUENCA ALTA DE LOS RÍOS CULIACÁN Y HUMAYA. 67
FIGURA 16. RTP 24 - RÍO HUMAYA 68
FIGURA 17. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN EL SA. 70
FIGURA 18. EJEMPLO DE ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA LA DELIMITACIÓN DE UN SISTEMA AMBIENTAL (SA) O DE UN SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR). 72
FIGURA 19. DELIMITACIÓN DEL SA MEDIANTE LOS PROCESOS DE HIDROLOGÍA DE ARCGIS PRO. 73
FIGURA 20. MAPA DE DELIMITACIÓN DEL SA. 74
FIGURA 21. UNIDADES CLIMÁTICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE INTERÉS. 76
FIGURA 22. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE INTERÉS. 85
FIGURA 23. PROVINCIA FISIOGRÁFICA Y GEOMORFOLOGÍA QUE INCIDEN EN EL SA. 95
FIGURA 24. SISTEMA DE TOPOFORMAS QUE INCIDEN EN EL SA. 96
FIGURA 25. CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE PENDIENTE DENTRO DEL SA. 98
FIGURA 26. TIPO DE SUELO IDENTIFICADO EN EL SA. 100
FIGURA 27. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL QUE INCIDEN DENTRO DEL SA. 105
FIGURA 28. VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SA CONFORME A LA CARTOGRAFÍA DEL INEGI. 109
FIGURA 29. SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL SA. 154
FIGURA 30. TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA RECORRIDOS EN CAMPO. 174

FIGURA 31. EVIDENCIA DE FAUNA REGISTRADA EN TRANSECTOS RECORRIDOS EN CAMPO, Y CÁMARAS TRAMPA. 175
FIGURA 32. AMPLIACIÓN DE LOS TRANSECTOS RECORRIDOS, CON SUS RESPECTIVAS OBSERVACIONES DE FAUNA. 176
FIGURA 33. LOCALIZACIÓN DE LAS CÁMARAS TRAMPA DENTRO DEL SA. 177
FIGURA 34. SITIOS DE REGISTRO DE PRESENCIA DE FAUNA DURANTE EL MUESTREO EN CAMPO. 180
FIGURA 35. UNIDADES Y ESPECIES DE PAISAJE DENTRO DEL SA. 186
FIGURA 36. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS 188
FIGURA 37. VISIBILIDAD DEL PROYECTO RESPETO A LAS LOCALIDADES CERCANAS. 191
FIGURA 38. LOCALIDADES RURALES EN EL SA. 197
FIGURA 39. DIAGRAMA DE IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS. 215
FIGURA 40. HISTOGRAMA DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA EXPLORACIÓN GEOLÓGICA. 236
FIGURA 41. ESQUEMA DE LA DETECCIÓN, ANÁLISIS DE CAUSAS E IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES. 252

Tablas

TABLA 1. LOCALIZACIÓN DE LAS PLANILLAS DE BARRENACIÓN 15
TABLA 2. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN REQUERIDA. 21
TABLA 3. DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR. 30
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A UTILIZAR. 36
TABLA 5. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. 40
TABLA 6. INFORMACIÓN DE FICHA TÉCNICA DE LA UAB 92. CAÑONES CHIHUAHUENSES SUR. 43
TABLA 7. ESTRATEGIAS GENERALES Y PARTICULARES PARA LA UAB 92. 45
TABLA 8. VINCULACIÓN DE LA UAB 92 CON RESPECTO AL PROYECTO MIA LA SOLEDAD. 46
TABLA 9. APTITUDES SECTORIALES DE LAS UGA QUE INCIDEN EN EL SA. 50
TABLA 10. ESTRATEGIA ECOLÓGICA DE LAS UGA EN COMENTO. 52
TABLA 11. CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA ASIGNADOS A LAS UGA ANTES MENCIONADAS. 52
TABLA 12. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL PEDED. 58
TABLA 13. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL PEDES. 59
TABLA 14. VINCULACIÓN AL PROYECTO CON RESPECTO AL PMD DE TAMAZULA, DURANGO. 61
TABLA 15. VINCULACIÓN AL PROYECTO CON RESPECTO AL PMD DE BADIRAGUATO, SINALOA. 62
TABLA 16. NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO DE EXPLORACIÓN. 64
TABLA 17. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MEDIA, MÍNIMA Y MÁXIMA MENSUAL Y PROMEDIO ANUAL DEL PERÍODO (1970-2015), DE ESTACIONES CON DATOS HISTÓRICOS AL SA. 77
TABLA 18. VALORES DE PRECIPITACIÓN MEDIA Y MÁXIMA MENSUAL DEL PERÍODO 1970-2015 79
TABLA 19. CATEGORIZACIÓN DE LA SEQUÍA 81

TABLA 20. DATOS DE LOS CICLONES TROPICALES EN UN RADIO DE 150 KM DEL ÁREA DEL SISTEMA AMBIENTAL 82
TABLA 21. SISMOS CERCANOS AL SA, REGISTRADOS EN EL PERÍODO 1900 A 2026. 97
TABLA 22. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCUENCA RH10CH A. DE BAMOPA. 103
TABLA 23. ESPECIES DE VEGETACIÓN CON PROBABILIDAD DE INCIDENCIA EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 112
TABLA 24. LISTADO DE FAUNA CON PROBABILIDAD DE INCIDENCIA EN EL SA. 115
TABLA 25. TIPO DE VEGETACIÓN POR PLANILLA EN EL SA. 118
TABLA 26. LOCALIZACIÓN DE LOS TRANSECTOS DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO DE VEGETACIÓN. 155
TABLA 27. RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LOS SEIS SITIOS MUESTREADOS. 160
TABLA 28. ESPECIES CON MAYOR PRESENCIA EN LOS SITIOS MUESTREADOS. 167
TABLA 29. TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA. 173
TABLA 30. REGISTRO DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 179
TABLA 31. FRECUENCIA RELATIVA DE LA FAUNA EN EL SA. 182
TABLA 32. POBLACIÓN TOTAL DE LAS LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DEL BUFFER DE 1 KM CON RESPECTO AL SA. 198
TABLA 33. DISTANCIAS DE LA POBLACIÓN A LAS ÁREAS DE BARRENACIÓN. 198
TABLA 34. INFORMACIÓN DEL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA DESDE 1990 HASTA EL 2020. 199
TABLA 35. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN LAS LOCALIDADES DENTRO Y CERCANAS AL SA. 200
TABLA 36. POBLACIÓN CON DERECHO A LOS SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR. 202
TABLA 37. SERVICIOS PÚBLICOS QUE DISPONEN LAS VIVIENDAS HABITADAS EN LAS LOCALIDADES DENTRO Y ALREDEDOR DEL SA. 203
TABLA 38. VIVIENDAS PARTICULARES EN LAS LOCALIDADES DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL SA. 203
TABLA 39. POBLACIÓN ADSCRITA A ALGÚN TIPO DE RELIGIÓN. 207
TABLA 40. SUPERFICIES DE AFECTACIÓN POR OBRA EXPLORATORIA EN VÍAS DE ACCESO A UTILIZAR. 217
TABLA 41. LISTA DE VERIFICACIÓN DE LA NOM-120-SEMARNAT-2020. 218
TABLA 42. ESPECIFICACIONES DEL APARTADO 4.1.18 DE LA NOM-120-SEMARNAT-2020. 223
TABLA 43. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS. 224
TABLA 44. VALORACIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS. 224
TABLA 45. RANGOS ALFABÉTICOS Y NUMÉRICOS DE LA MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL (RIAM). 225
TABLA 46. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE ACUERDO CON EL RIAM. 226
TABLA 47. INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL 227
TABLA 48. COMPONENTES AMBIENTALES AGRUPADOS EN CUATRO CATEGORÍAS. 234
TABLA 49. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN GEOLÓGICA. 235
TABLA 50. ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN. 239
TABLA 51. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 249
TABLA 52. LISTADO DE FLORA EN EL SA. 273
TABLA 53. LISTADO DE FAUNA EN EL SA. 275

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. VEGETACIÓN DE BOSQUE DE PINO EN EL SA. 26

FOTOGRAFÍA 2. VEGETACIÓN DE BOSQUE DE ENCINO EN EL SA. 26

FOTOGRAFÍA 3. VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO EN EL SA. 27

FOTOGRAFÍA 4. REGISTRO DE LA PRESENCIA DE GANADO EN EL SA. 28

FOTOGRAFÍA 5. REGISTRO DE LA PRESENCIA DE INFRAESTRUCTURA GANADERA EN EL SA. 28

FOTOGRAFÍA 6. CONDICIONES DE LAS VEREDAS EXISTENTES QUE COMUNICAN AL SA. 29

FOTOGRAFÍA 7. A) AFLORAMIENTO DE GRANODIORITA DE GRANO FINO EN EL ARROYO COCOYOME Y B) DETALLE DEL INTRUSIVO GRANODIORÍTICO DE GRANO FINO. 84

FOTOGRAFÍA 8. A) AFLORAMIENTO DE LA BRECHA DE CUARZO TURMALINA EN EL ÁREA MINERALIZADA CERRO VERDE; B) DETALLE DE LA TURMALINA ENCONTRADA EN EL CERRO VERDE; C) AFLORAMIENTO DE LA BRECHA LOCALIZADA EN EL ÁREA MINERALIZADA ARROYO COCOYOME; D) AFLORAMIENTO DE LA BRECHA DE CUARZO TURMALINA DEL ÁREA CERRO DEL COBRE. 86

FOTOGRAFÍA 9. A) DETALLE DE XENOLITO DE DIORITA QUE A LA VEZ CONTIENE XENOLITO DE GRANODIORITA DE GRANO FINO, MISMA QUE ESTÁ EXPUESTA EN CERRO VERDE Y ARROYO COCOYOME Y B) AFLORAMIENTO DE ROCA DIORITA EN EL ÁREA MINERALIZADA ARROYO COCOYOME. 87

FOTOGRAFÍA 10. AFLORAMIENTO DE GRANO GRUESO EN ÁREA MINERALIZADA CERRO DE LA MICA CON XENOLITO DE DIORITA PORFÍDICA. 87

FOTOGRAFÍA 11. AFLORAMIENTO DE CUARZOMONZONITA EXPUESTO EN EL ARROYO COCOYOME. 88

FOTOGRAFÍA 12. A) PANORÁMICA DEL AFLORAMIENTO PRINCIPAL DE PÓRFIDO RIOLÍTICO EN EL ÁREA CERRO VERDE Y B) AFLORAMIENTO A DETALLE DEL PÓRFIDO RIOLÍTICO EN EL ÁREA MINERALIZADA CERRO VERDE. 89

FOTOGRAFÍA 13. A) AFLORAMIENTO DEL FILÓN DE CUARZO LA MICA Y B) AFLORAMIENTO DEL FILÓN DE CUARZO EL SOCAVÓN. 89

FOTOGRAFÍA 14. A) PANORÁMICA DE LOS AFLORAMIENTOS DE TOBA RIOLÍTICA CON BASAMENTO ORIENTADO AL N 10° E Y B) AFLORAMIENTO DE TOBA RIOLÍTICA SOBRE EL CAMINO HACIA EL ÁREA MINERALIZADA CERRO VERDE. 90

FOTOGRAFÍA 15. PANORÁMICA DEL SA. 110

FOTOGRAFÍA 16. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-01. 120

FOTOGRAFÍA 17. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-02. 121

FOTOGRAFÍA 18. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-03. 122

FOTOGRAFÍA 19. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-04. 122

FOTOGRAFÍA 20. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-05. 123

FOTOGRAFÍA 21. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-06. 123

FOTOGRAFÍA 22. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-07. 124

FOTOGRAFÍA 23. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCO-08. 124

FOTOGRAFÍA 24. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-01. 126

FOTOGRAFÍA 25. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-02. 126
FOTOGRAFÍA 26. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-03. 127
FOTOGRAFÍA 27. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-04. 127
FOTOGRAFÍA 28. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-05. 128
FOTOGRAFÍA 29. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-06. 128
FOTOGRAFÍA 30. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-07. 129
FOTOGRAFÍA 31. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-08. 129
FOTOGRAFÍA 32. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-09. 130
FOTOGRAFÍA 33. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-10. 130
FOTOGRAFÍA 34. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-11. 131
FOTOGRAFÍA 35. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-12. 131
FOTOGRAFÍA 36. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-13. 132
FOTOGRAFÍA 37. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-14. 132
FOTOGRAFÍA 38. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-15. 133
FOTOGRAFÍA 39. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-16. 133
FOTOGRAFÍA 40. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-17. 134
FOTOGRAFÍA 41. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-18. 134
FOTOGRAFÍA 42. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-19. 135
FOTOGRAFÍA 43. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-20. 135
FOTOGRAFÍA 44. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-21. 136
FOTOGRAFÍA 45. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-22. 136
FOTOGRAFÍA 46. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-23. 137
FOTOGRAFÍA 47. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-24. 137
FOTOGRAFÍA 48. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-25. 138
FOTOGRAFÍA 49. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-26. 138
FOTOGRAFÍA 50. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-27. 139
FOTOGRAFÍA 51. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-28. 139
FOTOGRAFÍA 52. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCV-29. 140
FOTOGRAFÍA 53. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-01. 141
FOTOGRAFÍA 54. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-02. 141
FOTOGRAFÍA 55. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-03. 142
FOTOGRAFÍA 56. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-04. 142
FOTOGRAFÍA 57. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-05. 143
FOTOGRAFÍA 58. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCM-06. 143
FOTOGRAFÍA 59. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-01. 144

FOTOGRAFÍA 60. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-02. 145
FOTOGRAFÍA 61. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-03. 145
FOTOGRAFÍA 62. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-04. 146
FOTOGRAFÍA 63. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-05. 146
FOTOGRAFÍA 64. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-06. 147
FOTOGRAFÍA 65. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-07. 147
FOTOGRAFÍA 66. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-08. 148
FOTOGRAFÍA 67. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-09. 148
FOTOGRAFÍA 68. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-10. 149
FOTOGRAFÍA 69. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-11. 149
FOTOGRAFÍA 70. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-12. 150
FOTOGRAFÍA 71. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-13. 150
FOTOGRAFÍA 72. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-14. 151
FOTOGRAFÍA 73. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-15. 151
FOTOGRAFÍA 74. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-16. 152
FOTOGRAFÍA 75. IMAGEN REPRESENTATIVA DE LA PLANILLA DEL BARRENO BCC-17. 152
FOTOGRAFÍA 76. TRANSECTOS MARCADOS EN CAMPO. 155
FOTOGRAFÍA 77. EVIDENCIA DE COLOCACIÓN DE CÁMARAS TRAMPA. 178
FOTOGRAFÍA 78. PREPARACIÓN DEL CEBO PARA LAS ESTACIONES OLFATIVAS. 178
FOTOGRAFÍA 79. PANORÁMICA DE LA VEGETACIÓN DEL ÁREA. 189
FOTOGRAFÍA 80. PANORÁMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO. 193

Gráficas

GRÁFICA 1. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DEL PERÍODO DE 1970-2015. 78
GRÁFICA 2. DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN DEL PERÍODO DE 1970-2015. 79
GRÁFICA 3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL DEL PERÍODO DE 1970-2015. 80
GRÁFICA 4. DIVERSIDAD DE ESPECIES POR FAMILIA EN EL SA. 159
GRÁFICA 5. NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES PRESENTES EN EL SA. 160
GRÁFICA 6. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER. 161
GRÁFICA 7. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON. 162
GRÁFICA 8. ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN LOS SITIOS MUESTREADOS. 162
GRÁFICA 9. ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON-WIENER. 163
GRÁFICA 10. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-01). 164
GRÁFICA 11. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-02). 164

GRÁFICA 12. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-03). 165
GRÁFICA 13. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-04) 165
GRÁFICA 14. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-05). 166
GRÁFICA 15. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES CON RESPECTO AL I.V.I. (LS-VEG-06) 166
GRÁFICA 16. DATOS DE EDUCACIÓN DE LAS LOCALIDADES QUE PRESENTAN INFORMACIÓN. 201
GRÁFICA 17. SERVICIO CON LOS QUE CUENTAN LAS LOCALIDADES SITUADAS DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL SA. 204

I. Datos generales del proyecto del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

I.I Proyecto

I.I.1 Nombre del proyecto

Exploración geológica en el área La Soledad.

I.I.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en la porción noroeste del estado de Durango (Figura 1), en el municipio de Tamazula a aproximadamente a 10 km de la localidad de El Tecuán, próximo al municipio de Badiraguato del estado de Sinaloa. Se sitúa entre las coordenadas 291446.47 mE, 2828261.45 mN y 296455.92 mE, 2830238.16 mN, a una altitud media de 1,442 msnm.

El acceso al sitio del proyecto, partiendo desde el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, hasta la localidad de Pitorreal en el municipio de Tamazula, Durango, comprende un recorrido aproximado de 280 km. El trayecto inicia con rumbo predominante al suroeste a través de la Carretera Federal 24 (MEX 24), circulando sobre asfalto durante 230 km sobre la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental. En este segmento se transita por las localidades de El Ocote y El Atascadero, pertenecientes al municipio de Guadalupe y Calvo, Chihuahua.

Al superar la cota de la localidad de El Atascadero y cruzar el límite interestatal hacia Durango, los 50 km restantes hacia la localidad de Pitorreal se desarrollan sobre un camino rural de terracería. Llegando a la localidad de Pitorreal, se continua a pie mediante veredas locales existentes a las áreas de proyecto, recorriendo un aproximado de 10 km a pie. En el Anexo I se presenta la ubicación del área de estudio con mayor detalle.



Figura 1. Localización del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2024b).

I.I.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Para el desarrollo de cada una de las actividades programadas del proyecto se contempla un tiempo estimado de 18 meses, tiempo que se solicita para la autorización del presente proyecto.

I.I.4 Presentación de la documentación legal

El desarrollo de las actividades se localiza dentro del área La Soledad.

I.II Promovente

I.II.1 Nombre o razón social

Servicio Geológico Mexicano

En el Anexo II se presenta copia simple del decreto por el que se constituye el Servicio Geológico Mexicano.

I.II.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

En el Anexo II se presenta copia simple del registro federal de contribuyentes del Servicio Geológico Mexicano.

I.II.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

En el Anexo II se presenta copia simple del poder notarial del representante legal del Servicio Geológico Mexicano e identificación oficial y CURP.

I.II.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.III Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.III.1 Nombre o razón social

[redacted]

I.III.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.III.3 Nombre del responsable técnico del estudio

[redacted]

En el Anexo II se presenta copia simple de la identificación, CURP y cédula profesional del responsable del estudio.

I.III.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

II. Descripción del proyecto

II.I Información general del proyecto

II.I.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto corresponde a una obra cuya naturaleza es estrictamente exploratoria. Se propone realizar actividades de prospección directa mediante la perforación de barrenos a diamante, con la finalidad de identificar estructuras geológicas. Esta fase inicial de exploración, enmarcada dentro de los lineamientos establecidos por la Ley de Minería y la NOM-120-SEMARNAT-2020, tiene por objetivo la caracterización litológica y mineralógica del subsuelo a través del análisis del material recuperado.

La exploración que se plantea es una actividad fundamental para la generación del conocimiento geológico, que permite identificar los compuestos minerales presentes, su composición y posible distribución en el estrato geológico. Esta etapa no implica, en sí misma, la extracción del mineral con fines comerciales.

Las actividades de barrenación se llevarán a cabo en 60 planillas distribuidas estratégicamente, cuya intervención será puntual, limitada y conforme a los criterios de mínima afectación al terreno y a la cobertura vegetal. La disposición de las perforaciones se diseñó para obtener la máxima información geológica, ubicándolas en áreas desprovistas de vegetación, minimizando la afectación en este sustrato, estrategia que permite reducir al mínimo el impacto ambiental. En la Tabla 1 se especifican las coordenadas de los puntos donde se pretende llevar a cabo las perforaciones.

Tabla 1. Localización de las planillas de barrenación

No. de Planilla de barrenación	Coordenadas UTM-14N		Elevación (msnm)	Inclinación	Profundidad programada (m)
	mE	mN			
BCO-01	296069	2830151	1543.35	-65	250
BCO-02	296151	2830114	1519.62	-60	300
BCO-03	296186	2830118	1510.85	-60	300
BCO-04	296125	2829992	1494.13	-65	200
BCO-05	296265	2829990	1525.05	-65	250
BCO-06	296328	2829976	1507.57	-55	300
BCO-07	296349	2829932	1469.74	-65	250
BCO-08	296369	2829874	1463.36	-80	150
BCV-01	295423	2830060	1346.82	-60	300
BCV-02	295273	2829955	1398.42	-60	300
BCV-03	295393	2829949	1391.16	-60	300
BCV-04	295466	2829943	1381.65	-60	300
BCV-05	295560	2829900	1381.48	-60	450
BCV-06	295711	2829934	1383.76	-60	450
BCV-07	295801	2829918	1399.48	-60	550

No. de Planilla de barrenación	Coordenadas UTM-14N		Elevación (msnm)	Inclinación	Profundidad programada (m)
	mE	mN			
BCV-08	295838	2829796	1446.69	-60	250
BCV-09	295671	2829647	1565.88	-60	250
BCV-10	295876	2829586	1538.55	-60	250
BCV-11	295947	2829554	1578.53	-55	300
BCV-12	295753	2829401	1650.15	-55	500
BCV-13	295908	2829455	1607.07	-55	450
BCV-14	296034	2829483	1625.38	-55	300
BCV-15	295863	2829368	1648.38	-55	350
BCV-16	295991	2829408	1663.13	-55	475
BCV-17	296155	2829459	1655.63	-55	450
BCV-18	295819	2829279	1711.62	-55	250
BCV-19	295957	2829354	1688.75	-55	350
BCV-20	296076	2829369	1698.54	-55	475
BCV-21	296222	2829422	1703.91	-55	550
BCV-22	295911	2829228	1746.66	-55	300
BCV-23	296050	2829277	1766.04	-55	400
BCV-24	296190	2829340	1732.77	-55	400
BCV-25	295862	2829136	1802.28	-55	200
BCV-26	295985	2829194	1812.88	-55	300
BCV-27	296159	2829214	1831.39	-55	250
BCV-28	295956	2829089	1853.71	-55	200
BCV-29	296058	2829063	1908.86	-55	150
BCM-01	294791	2829015	1506.61	-65	300
BCM-02	294534	2828684	1735.19	-60	200
BCM-03	294750	2828740	1624.62	-80	200
BCM-04	294823	2828758	1578.37	-70	200
BCM-05	294914	2828803	1511.89	-70	220
BCM-06	294654	2828647	1775.27	-70	250
BCC-01	291793	2829655	1313.7	-60	350
BCC-02	291891	2829621	1360.02	-55	350
BCC-03	291987	2829600	1413.83	-55	500
BCC-04	292077	2829562	1449.52	-55	450
BCC-05	292181	2829548	1493.33	-55	500
BCC-06	292165	2829253	1414.46	-55	500
BCC-07	292265	2829235	1443.49	-70	350
BCC-08	292195	2829095	1430.09	-60	350
BCC-09	292293	2829077	1479.59	-60	350
BCC-10	292407	2829113	1495.65	-55	350
BCC-11	291567	2828709	1369.63	-60	350
BCC-12	291674	2828695	1384.22	-55	350
BCC-13	291756	2828637	1445.71	-60	350
BCC-14	291869	2828644	1423.52	-55	400
BCC-15	291968	2828616	1458.47	-55	380
BCC-16	292092	2828646	1475.54	-55	450
BCC-17	292104	2828426	1395.68	-65	350
		Total =			20,100 m

En cada una de las planillas se han previsto dimensiones máximas de 5 x 5 m, dentro de las cuales se dispondrá la maquinaria y los equipos requeridos para llevar a cabo el proceso de barrenación a diamante. Asimismo, se incluirá el equipo auxiliar necesario para la recirculación del agua y la gestión adecuada de los residuos generados durante la perforación.

Dado el contexto ecológico, geológico y social, el proyecto ha sido diseñado para cumplir con los principios de sostenibilidad ambiental, reduciendo al mínimo las alteraciones del entorno y considerando criterios técnicos y legales que aseguren su compatibilidad con el marco normativo vigente.

II.I.2 Selección del sitio

Una de las principales funciones del Servicio Geológico Mexicano, es la elaboración de cartografía geológica del país, atribución que se basa en realizar una interpretación geológica-estructural regional a través de trabajos de campo, con ayuda de información de imágenes de satélite, geofísica y muestreo geoquímico de sedimentos de arroyo; trabajos que permitieron identificar estructuras mineralizadas que varían en longitud y amplitud. Para corroborar la información y poder elaborar el modelado que represente las dimensiones de la estructura mineralizada, se requiere la perforación del macizo rocoso, por medio de la barrenación.

La ubicación de las planillas de barrenación se determina con base en criterios técnicos y ambientales, privilegiando aquellas áreas desprovistas de vegetación arbórea y en las que el acondicionamiento del terreno implique una intervención mínima al medio natural. Cabe destacar que tanto la selección de los sitios como la ejecución de las labores de barrenación se llevarán a cabo dentro del área La Soledad (Figura 2), a cargo del Servicio Geológico Mexicano.

II.I.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El presente proyecto de exploración se ubica en la región noroeste del estado de Durango, en el municipio de Tamazula, en la zona denominada como La Soledad. Para el desarrollo de la exploración se contempla el acondicionamiento de planillas, trabajos de barrenación y programa de abandono del sitio, el cual considera el sellado de barrenos, así como a la implementación de medidas de prevención y/o mitigación desde el inicio hasta el fin de la exploración. En la Figura 3, se muestra el área de estudio, donde se ilustra la retícula de las planillas de barrenación, mientras que en el Anexo III se presentan las coordenadas y clave de los vértices dentro del mapa doble carta en el que se observa cada uno de ellos.

En la Figura 4 se observan las vías de acceso al área de estudio, por su parte en el Anexo IV se presenta el plano del área de estudio con la distribución de los barrenos. Cabe señalar que, las veredas y caminos se encuentran en buenas condiciones, por lo que no será necesario realizar un trabajo de acondicionamiento.

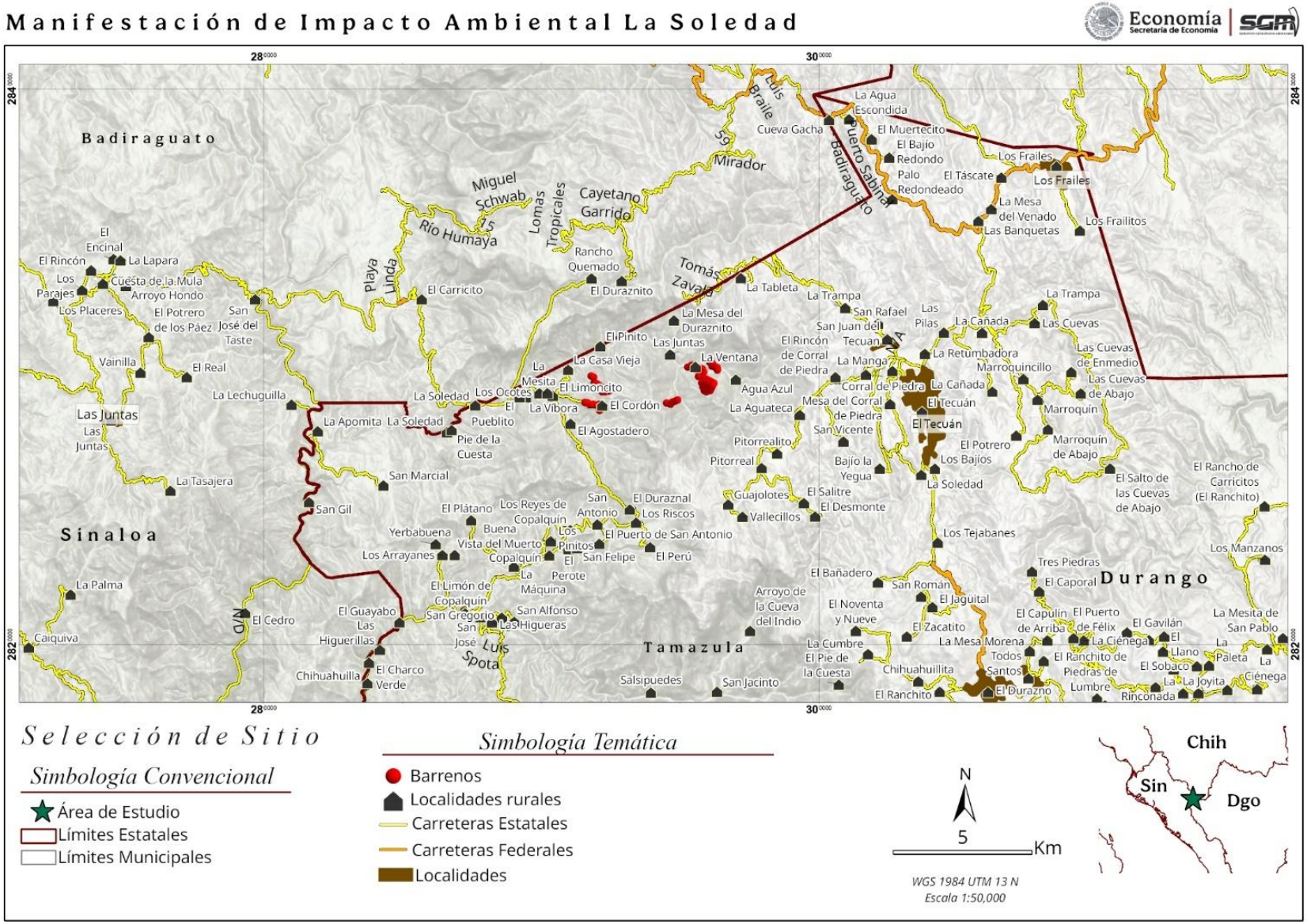


Figura 2. Selección del sitio.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2024b) y CartoMinMex (2025).

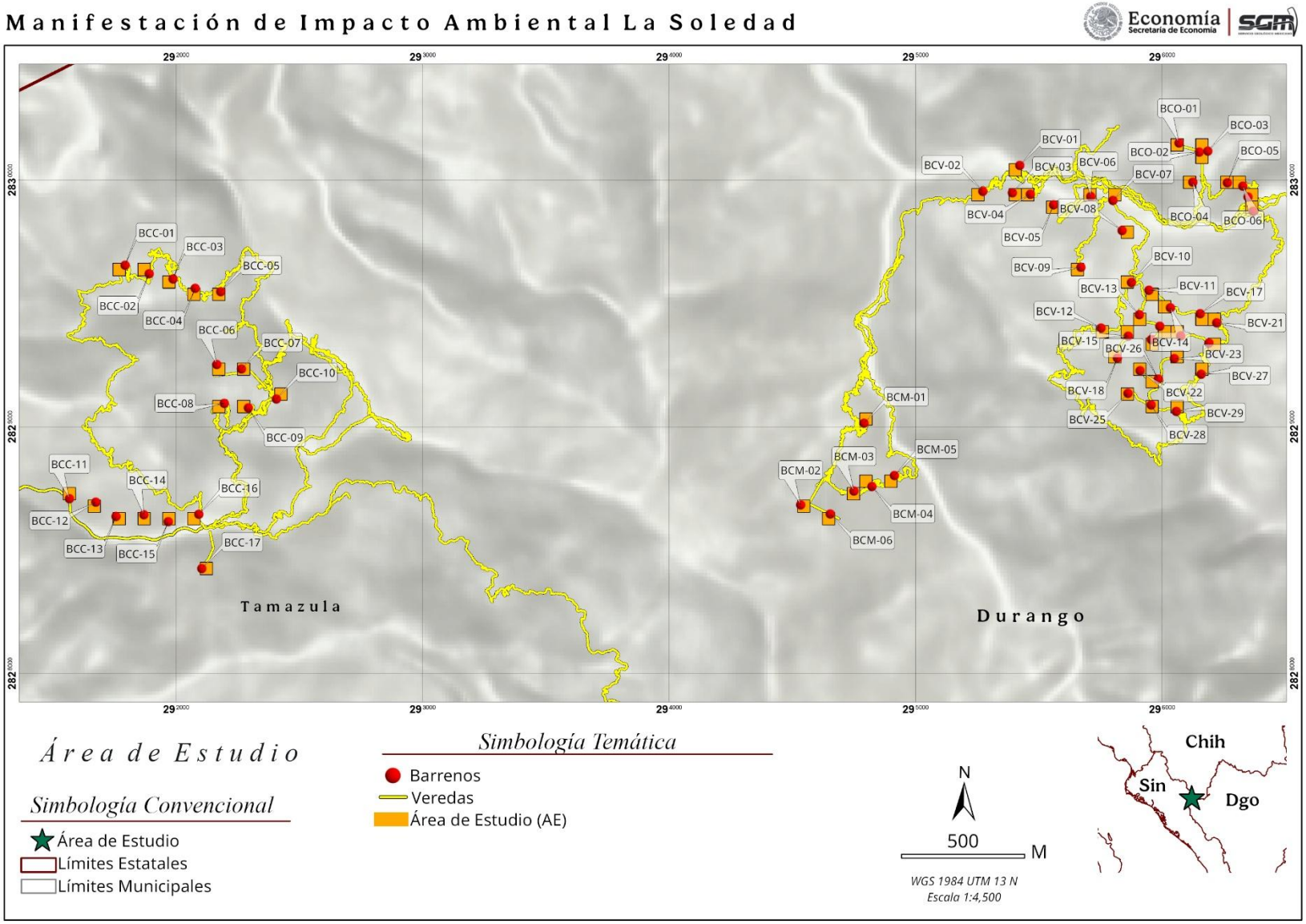


Figura 3. Plano topográfico del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2024b).

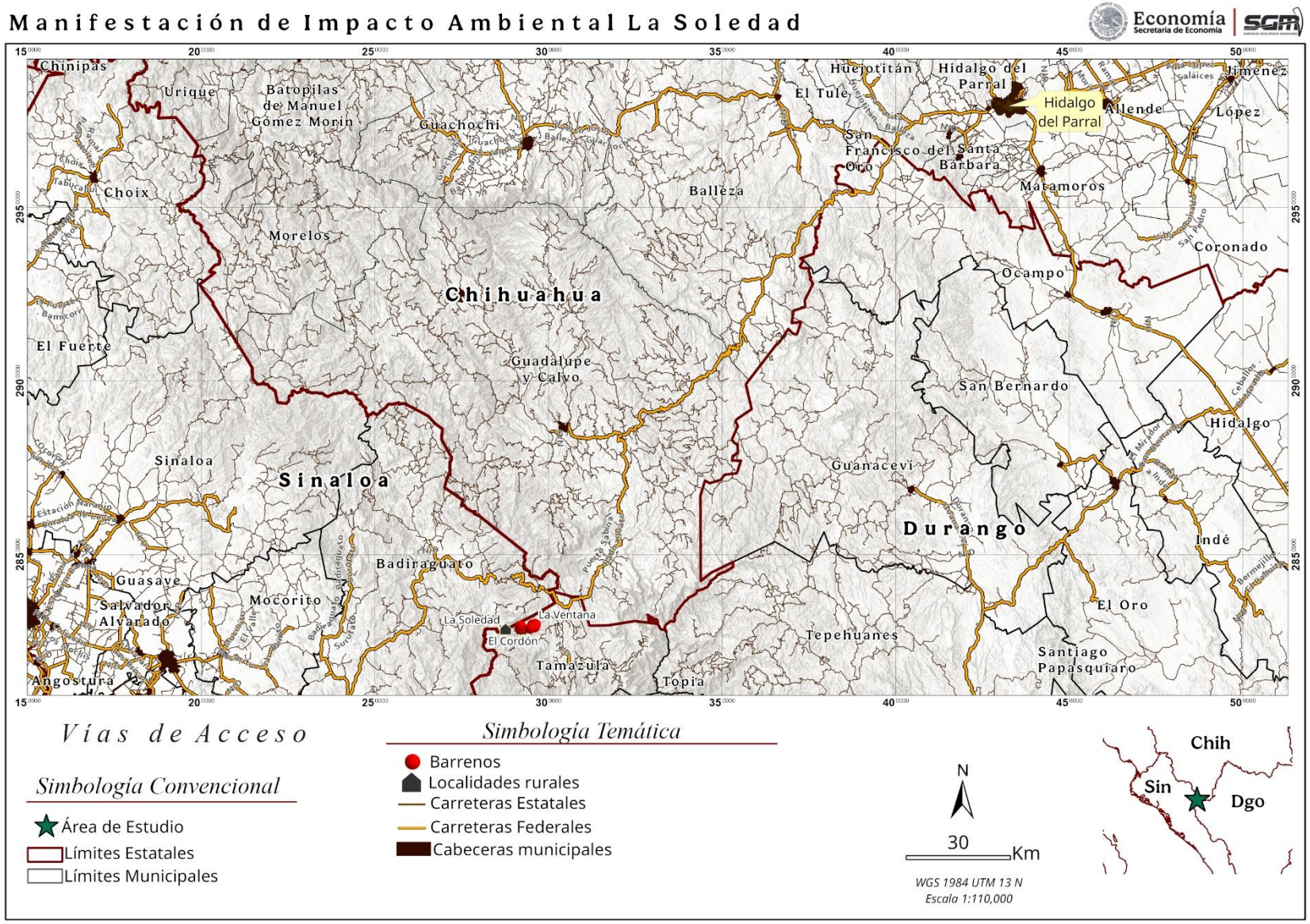


Figura 4. Vías de acceso.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2024b) y SGM (2025).

II.I.4 Inversión requerida

Con respecto a las actividades programadas para la exploración en el área La Soledad, se contempla iniciar con la implementación de medidas de prevención y/o mitigación, en el acondicionamiento de planillas de barrenación, trabajos de barrenación y abandono del sitio. Es importante considerar que dichos trabajos los realizará una empresa subcontratada, y para ello se realizará una licitación conforme lo marca la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas, en materia de contratación de obra pública; sin embargo, por experiencia en proyectos previos se conoce que el precio por metro de barrenación en el mercado ronda los $2,000 M.N., por lo tanto, al sumar las profundidades de cada barreno obtenemos un costo aproximado de $40,200,00.00 (Tabla 2).

Cabe resaltar que, la empresa subcontratada realizará todas y cada una de las actividades programadas y plasmadas en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo tanto, el capital total requerido estará en función de la propuesta realizada por los participantes una vez que le sean explicadas las características del proyecto, considerando que la inversión incluye el costo de las medidas de prevención y/o mitigación que se pudieran llevar a cabo y queda asentado en el contrato para la empresa ganadora de la licitación.

Tabla 2. Estimación de la inversión requerida.

Actividades programadas	Metros de barrenación	Precio por metro de barreno	Costo
Implementación de medidas de prevención y/o mitigación	20,100	$2,000.00	$40,200,000.00
Acondicionamiento de planillas de barrenación			
Trabajos de barrenación a diamante			
Abandono del sitio			

Derivado de que el presente proyecto corresponde a la exploración directa, no se puede precisar si habrá recuperación del capital, pues al ser una fase inicial de investigación, los resultados que arroje la barrenación determinarán si el área prospectiva cumple con las condiciones para continuar con la ampliación de investigación geológica. El Servicio Geológico Mexicano tiene como misión generar y difundir el conocimiento geológico de la nación para impulsar la inversión, el empleo y el bienestar social, para ello recibe recurso público, el cual, permite llevar a cabo el desarrollo de actividades exploratorias.

II.I.5 Dimensiones del proyecto

La delimitación del área de estudio se basa en las dimensiones conforme a los criterios establecidos en la Guía de SEMARNAT (2022). En particular, se tomó como referencia el apartado 3.22 de la NOM-120-SEMARNAT-2020, que establece como unidad base de afectación los cuadrantes de 2,500 m², equivalentes a retículas de 50 x 50 m, que describe el proceso para restituir las condiciones naturales de un ecosistema afectado o degradado.

A partir de lo anterior, se elaboró una retícula de polígonos de 50 x 50 m, donde se obtuvo un polígono de 3,360 cuadros, que comprende 35 columnas y 96 filas. Por último, se seleccionaron sólo los 60 polígonos donde se planea desarrollar actividades relacionadas con el proyecto (Figura 5). Al multiplicar la superficie de cada polígono seleccionado, por el número de polígonos se obtiene superficie total del área de estudio.

$$Área\ de\ estudio = (No.\ de\ polígonos)(área\ del\ polígono)$$

$$Área\ de\ estudio = (60)(50\ x\ 50\ m)$$

$$Área\ de\ estudio = 150{,}000\ m^2$$

$$Área\ de\ estudio = (150{,}000\ m^2\ )\frac{1ha}{10{,}000\ m^2}$$

$$Área\ de\ estudio = 15\ ha$$

Como se comentó anteriormente, cada planilla ocupa un área operativa de aproximadamente 5 x 5 m (25 m²). Es decir, del total de la superficie del área de estudio, según las actividades, únicamente se contemplan realizar actividades en 1,500 m^2 (60 planillas por 25 m^2). Así mismo, se menciona que para el presente proyecto no se considera la instalación de obras permanentes, ni apertura de caminos ni de veredas.

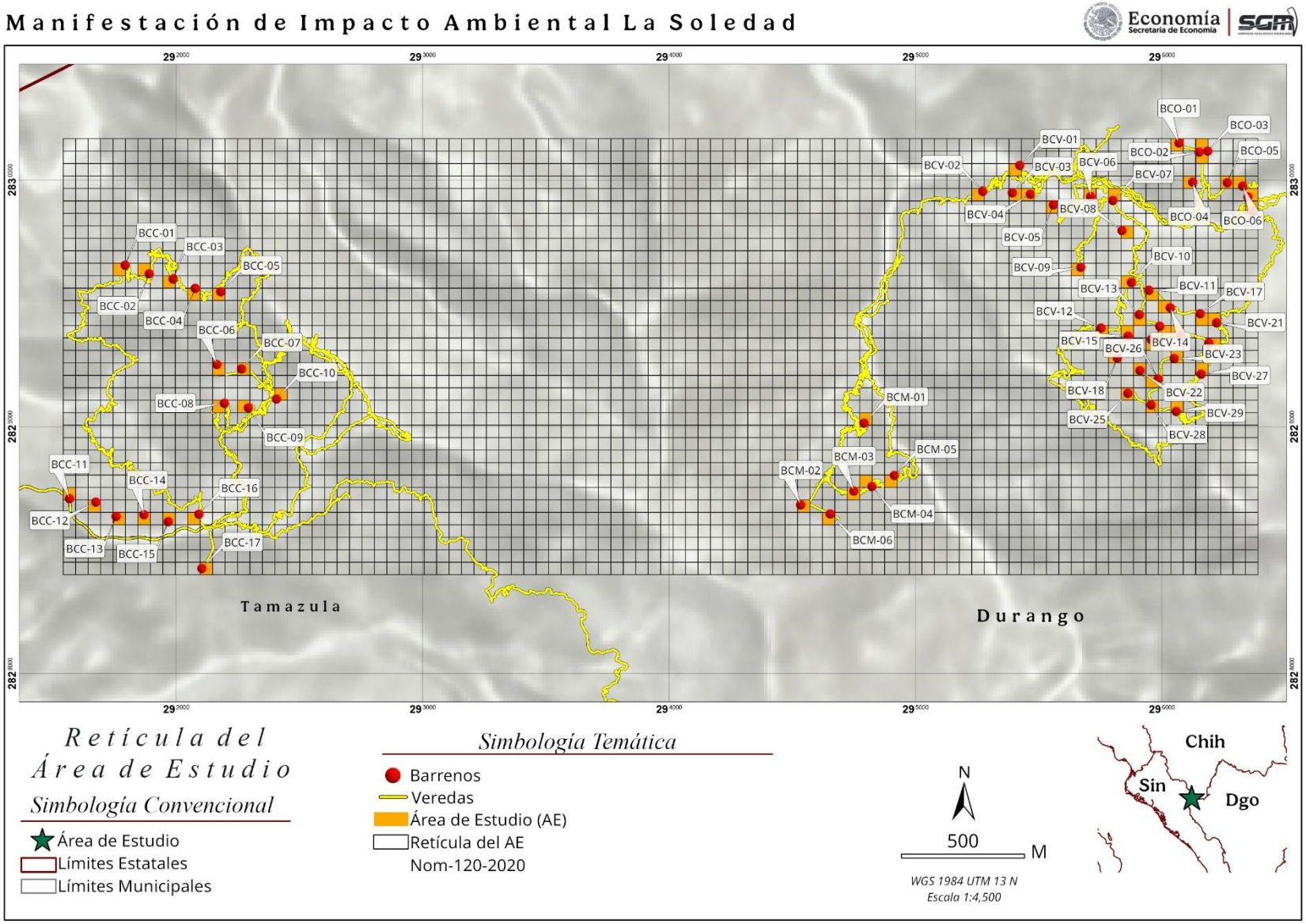


Figura 5. Retícula del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2024b) y SGM (2025).

II.I.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

De acuerdo con la información vectorial de la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de (INEGI, 2021a), el Sistema Ambiental (SA) en donde se llevarán a cabo las actividades, presenta un uso de suelo correspondiente a agricultura de temporal (abarcando el 3.90% de la superficie total), y vegetación natural (Figura 6) con los siguientes tipos y porcentajes de vegetación: bosque de pino (56.29%), bosque de encino (19.77%), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (8.31%), bosque de pino-encino (6.68%), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino (2.54%), y selva baja caducifolia (2.51%).

Por consiguiente, el tipo de uso de suelo con mayor incidencia por el desarrollo del proyecto será vegetación natural, específicamente bosque de pino; cabe mencionar que, debido al desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas dentro de la superficie del SA, ésta presenta un alto grado de perturbación. Es importante recalcar que, el SA no se localiza dentro, ni cerca de ningún Área Natural Protegida (ANP). Referente al SA, este se describe con detalle en el apartado IV.I Delimitación del área de estudio.

A continuación, se describen los tipos de uso de suelo que presenta el SA.

- **Vegetación natural**

Se refiere a las condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos, de manera que, las especies se adaptan al máximo (PROFEPA, 2025). En el SA de interés se reconocieron seis tipos de vegetación natural: bosque de pino, bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, y selva baja caducifolia (INEGI, 2021c, y (Rzedowski, 2006), en los cuales, existen superficies con cierto grado de perturbación debido a la ganadería extensiva y al aprovechamiento forestal de recursos maderables, consistente en su uso para madera para asierre, postes y leña de autoconsumo. Dicho aprovechamiento origina zonas con vegetación secundaria arbórea y arbustiva de bosque de encino, pino, y encino-pino. En el apartado IV.2.2 se describe con detalle la vegetación natural identificada.

- **Agricultura de temporal**

Se refiere a aquellas áreas de producción de cultivos que son obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamentos o industrial; su desarrollo tiene relación con los procesos hidrológicos, es decir, depende 100% de la lluvia como fuente de agua en forma directa o por interpretación de pequeños escurrimientos; su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua (INEGI, 2021b).

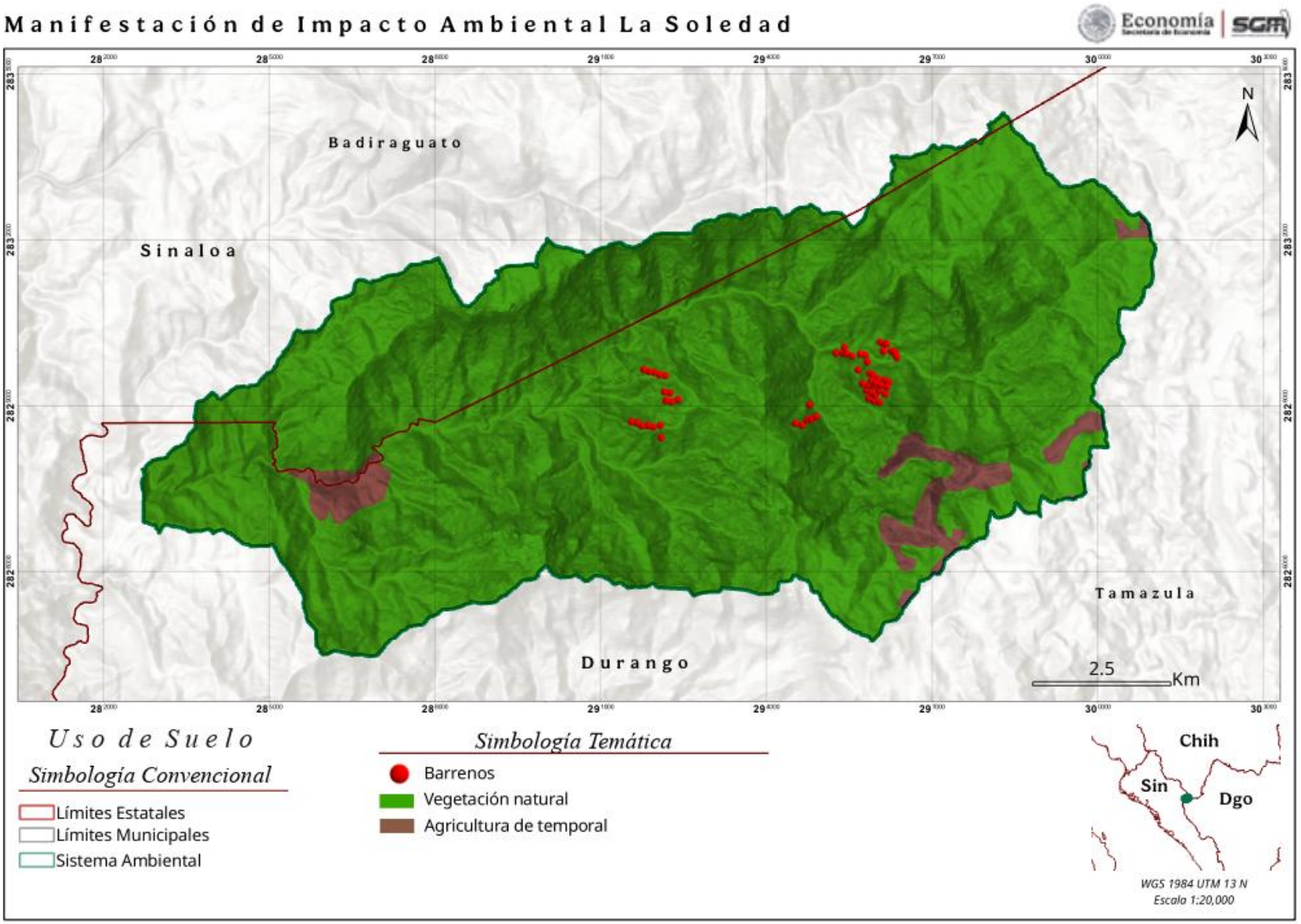


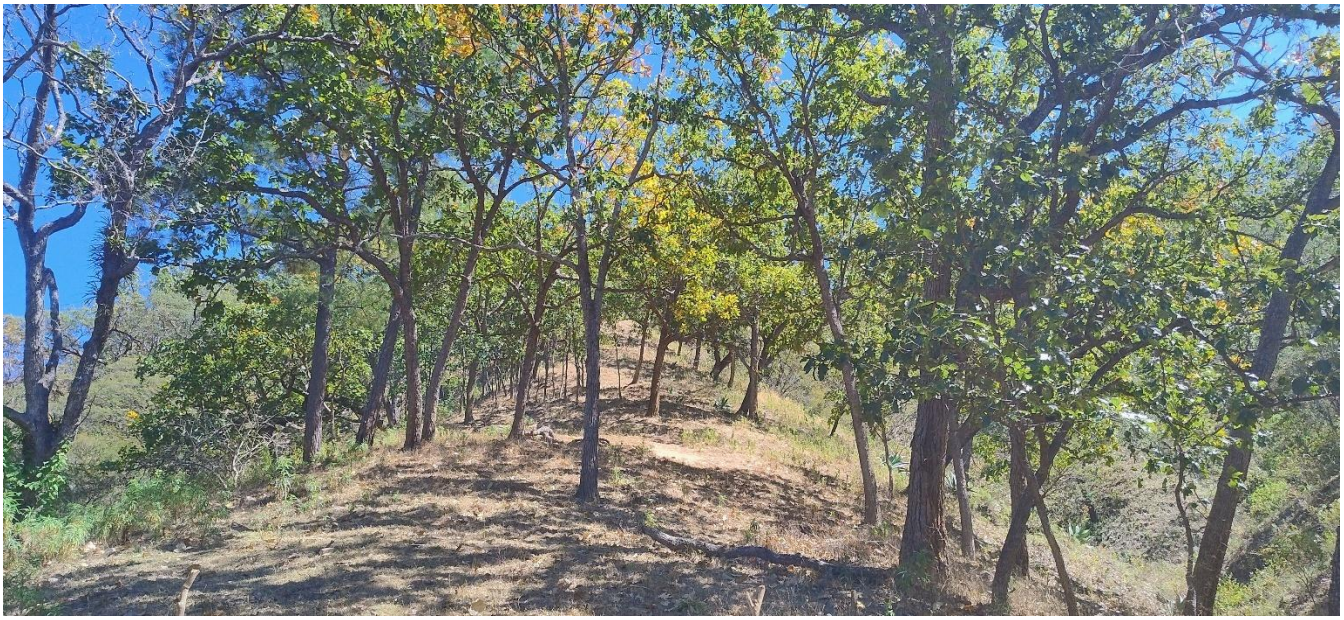
Figura 6. Uso de Suelo presente en el área de exploración.
Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2021a).

Con respecto a la distribución de los puntos de barrenación, 44 se encuentran ubicados en superficie con bosque de pino, 15 en bosque de encino, y uno en vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino.

Durante los recorridos de campo, se observó que, con base en las características ecológicas y florísticas, el uso de suelo presente en las áreas de barrenación, efectivamente corresponde a vegetación natural, es decir, se identificaron superficies de bosque de pino (Fotografía 1), bosque de encino (Fotografía 2), y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino (Fotografía 3). Más adelante, en el apartado IV. 2.2, los tipos de vegetación se describen a detalle.



Fotografía 1. Vegetación de bosque de pino en el SA.



Fotografía 2. Vegetación de bosque de encino en el SA.



Fotografía 3. Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino en el SA.

Durante los recorridos de campo se identificó que también dentro de la vegetación natural se tiene un uso de suelo pecuario y agrícola, el cual no está reportado en la cartografía de INEGI, dentro del SA existe infraestructura para el desarrollo de la actividad ganadera de manera extensiva (Fotografía 4 y Fotografía 5Fotografía 5), así como superficies destinadas a la actividad agrícola. Como consecuencia de estas actividades, se identifica un alto grado de perturbación principalmente en las zonas con bosque de pino y bosque de encino.

Los bosques de pino y encino son de los ecosistemas con más diversidad en el mundo, porque tienen la capacidad de rebrotar y regenerarse después de disturbios naturales o antropogénicos, siempre y cuando la intensidad y la frecuencia de éstos, no excedan la capacidad de resiliencia de los ecosistemas. Por lo anterior, es altamente recomendable realizar acciones preventivas o correctivas en relación con las actividades ganaderas y agrícolas, con el objetivo de que, los bosques de pino y encino no lleguen al punto de inflexión, es decir, pierdan su capacidad de recuperación.



Fotografía 4. Registro de la presencia de ganado en el SA.



Fotografía 5. Registro de la presencia de infraestructura ganadera en el SA.

II.I.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

De acuerdo con datos obtenidos del Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 2025), dentro del SA y del área de incidencia de un kilómetro con respecto a la delimitación de éste, se identificaron cuatro localidades rurales correspondientes al estado de Sinaloa, y 26 localidades rurales que conforman parte del estado de Durango.

Las localidades rurales pertenecientes al estado de Sinaloa corresponden a: La Soledad, La Mesa del Duraznito, Las Lonas, y El Duraznito. Por otro lado, las localidades que conforman parte del estado de Durango son: Pitorreal, El Plátano, El Duraznal, Guajolotes, El Agostadero, La Aguateca, Los Ocotes, La Soledad, La Apomita, San Marcial, El Limoncito, Pie de la Cuesta, Pitorrealito, Agua Azul, La Tableta, La Ventana, La Trampa, El Pinito, El Rincón de Corral de Piedra, La Víbora, La Casa Vieja, Las Juntas, La Mesita, El Cordón, El Pueblito, y La Mesa del Duraznito.

Los servicios de alojamiento se realizarán en la localidad de Pitorreal, Tamazula; Durango. La localidad antes mencionada cuenta con los insumos necesarios de alojamiento para el personal como son los alimentos, energía eléctrica y agua potable.

El acceso a los sitios de exploración será por veredas existentes (Fotografía 60), las cuales se encuentran conectadas con el SA, por lo que, no se considera la apertura de caminos ni veredas nuevas, ni mantenimiento de éstas, debido a que se encuentran en buenas condiciones.



Fotografía 6. Condiciones de las veredas existentes que comunican al SA.

En cuanto a los servicios sanitarios, en el lugar del trabajo se utilizarán letrinas para el personal que labore en los sitios, estas serán establecidas de acuerdo con las recomendaciones que establece la NOM-120-SEMARNAT-2020, así mismo de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la relación recomendada es de un baño portátil por cada 10 a 15 personas para obras, en el caso del proyecto que se ocuparan letrinas, se contempla contar con un máximo de 12 trabajadores durante el desarrollo de los trabajos, por lo que con una letrina es suficiente para cubrir esta necesidad, dicha letrina estará a cargo de la compañía responsable de la exploración minera para su elaboración, así como al término de los trabajos de exploración las letrinas sean desactivadas.

El abastecimiento de agua para consumo humano se realizará mediante la adquisición de agua embotellada, y los residuos sólidos urbanos generados durante la realización de las actividades del proyecto serán concentrados en depósitos adecuados para su almacenamiento temporal, para luego ser llevados a la localidad de El Tecuan, en el municipio de Tamazula; Durango y ser depositados en el sitio que esta delegación tenga contemplado para su destino final, siendo esta una comunidad clave ubicada en la zona alta de la sierra, importante por su actividad forestal y conexión con otras regiones serranas.

II.II Características particulares del proyecto

II.II.1 Programa general de trabajo

De acuerdo con las actividades programadas para el desarrollo de la exploración directa, se contempla que se realicen en una solo etapa, comenzando con la implementación de las medidas de prevención y/o mitigación, posteriormente, el acondicionamiento de las planillas se realizará manualmente, para luego iniciar con los trabajos de barrenación, a la par, la empresa subcontratada estará en posición de ir abandonando las planillas, dejándolas limpias de residuos, el barreno sellado y en medida de lo posible en condiciones similares previo al desarrollo del proyecto, para esto se han contemplado 18 meses; en la Tabla 3 se presenta el programa de trabajo que se pretende llevar a cabo para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3. Duración de las actividades a realizar.

Programa de trabajo	Mes																	
Actividades	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Implementación de medidas preventivas y/o de mitigación.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acondicionamiento de planillas de barrenación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Trabajos de barrenación a diamante		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Etapa de abandono del sitio.										X	X	X	X	X	X	X	X	X

II.II.2 Preparación del sitio

En lo que respecta a la preparación de las planillas (BCO-01, BCO-02, BCO-03, BCO-04, BCO-05, BCO-06, BCO-07, BCO-08, BCV-01, BCV-02, BCV-03, BCV-04, BCV-06, BCV-07, BCV-08, BCV-09, BCV-10, BCV-11, BCV-12, BCV-13, BCV-14, BCV-15, BCV-16, BCV-17, BCV-18, BCV-19, BCV-20, BCV-21, BCV-22, BCV-23, BCV-24, BCV-25, BCV-26, BCV-27, BCV-28, BCV-29, BCM-01, BCM-02, BCM-03, BCM-04, BCM-05, BCM-06, BCC-05, BCC-06, BCC-07, BCC-08, BCC-09, BCC-11, BCC-12, BCC-13, BCC-14, BCC-15, BCC-16 y BCC-17), se considera realizar la limpieza de algunos individuos herbáceos (chapoleo). Para el resto de las planillas (BCV-05, BCC-01, BCC-02, BCC-03, BCC-04 y BCC-10) no se considera la remoción de ninguna especie, esto debido a que las planillas se encuentran desprovistas de vegetación; más adelante, en el apartado de IV.II.2 Aspectos bióticos, esta información se describe con mayor detalle.

En cuanto a los trabajos de adecuación topográfica, se ejecutarán obras de nivelación y estabilización geomecánica en 54 de las 60 planillas proyectadas. Esta adecuación es estrictamente necesaria para mitigar gradientes superiores al 15% y garantizar una plataforma segura para el anclaje y operación de la maquinaria de perforación. Las 6 planillas restantes quedan exentas de estos movimientos de tierras, ya que las verificaciones de campo confirmaron condiciones de relieve y compactación favorables, derivadas de la antropización del terreno asociada a actividades agrícolas y ganaderas preexistentes.

Como se mencionó anteriormente, se instalará una letrina, la cual no requiere alguna instalación de infraestructura fija, ya que esta será de material de la región y será retirada al término del proyecto, tampoco se instalará ningún almacén, comedor, ni campamento, debido a que los trabajadores se hospedarán en la localidad de Pitorreal, municipio de Tamazula, Durango. Así como la alimentación del personal.

II.II.3 Construcción de obras mineras

➢ Planillas de barrenación

Considerando que se trata de exploración directa por el método de barrenación a diamante, no existe la construcción de obras de grandes dimensiones de forma permanente.

Se realizará el acondicionamiento de las áreas destinadas a las planillas de barrenación mediante el desbroce selectivo (chapoleo) de los individuos del estrato herbáceo presentes. Más adelante, en el apartado IV.II.2 Aspectos bióticos, esta información se describe con mayor detalle para la línea base.

Asimismo, se ejecutarán trabajos de nivelación topográfica en 54 de las 60 planillas proyectadas. De acuerdo con el levantamiento físico y las verificaciones de campo, se excluyen de esta actividad 6 planillas que ya cuentan con las condiciones geomorfológicas adecuadas y no requieren movimientos de tierras (BCV-05, BCC-01, BCC-02, BCC-03, BCC-04 y BCC-10).

Para las 54 planillas sujetas a adecuación, se estima un volumen promedio de remoción de suelo superficial de 3 m³ por sitio. Este volumen corresponde al corte topográfico necesario para compensar el gradiente natural del terreno. El material removido será depositado y compactado inmediatamente a favor de la pendiente (conformación de terraplén), con el objetivo de establecer una plataforma horizontal y estable que garantice la instalación segura y el anclaje de la maquinaria de barrenación.

Es importante considerar que, no todas las planillas requieren la misma profundidad de excavación para su nivelación, por lo que el volumen de suelo removido es estimado, y siempre se considerará la mejor opción para evitar problemas de erosión.

Del total de las 54 planillas a nivelar se esperaría no remover más de 162 m^3 que, permitan la instalación de la máquina de perforación, esto no debe de sobrepasar la dimensión de 5 x 5 m. Con base en lo anterior, se pretende que, para las planillas con una pendiente pronunciada, se les realice una excavación en taludes posterior al despalme, tal como se aprecia en la Figura 7.

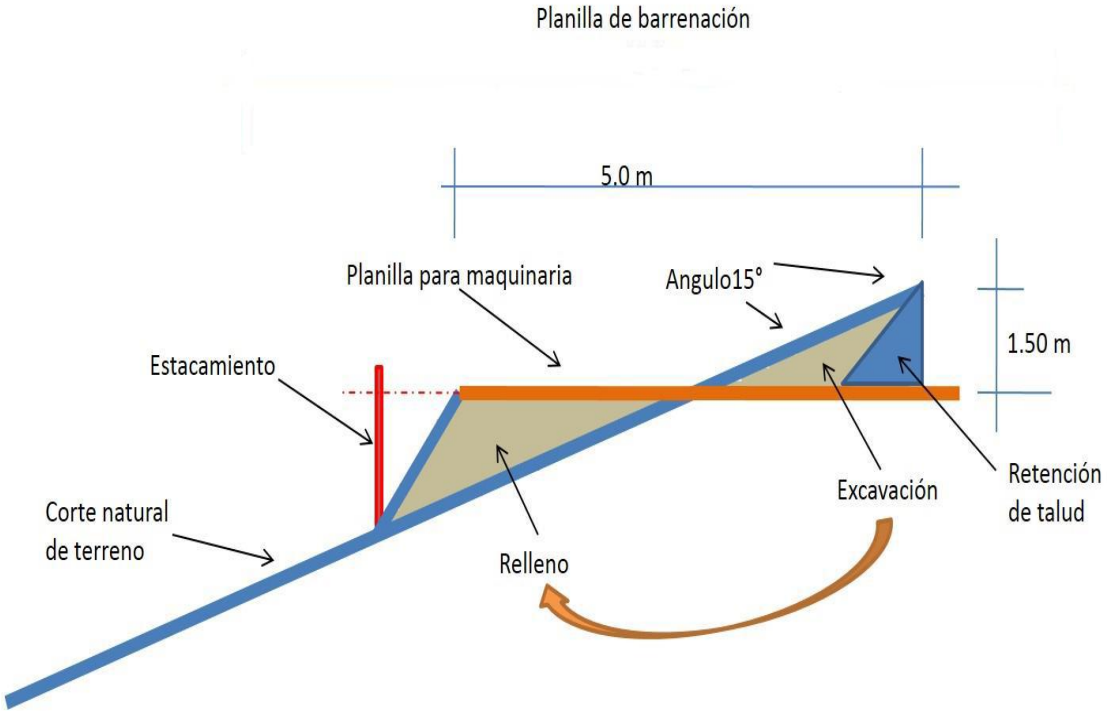


Figura 7. Esquema de la preparación de la planilla en pendientes.

Para ello, las actividades a realizar serán las siguientes:

a) Limpieza de herbáceas de la superficie de las planillas en las que se registró la presencia.
b) Acondicionamiento del área donde se asentará la maquinaria de barrenación, misma que tendrá una superficie aproximada de 3 x 3 m ubicada dentro de la planilla de barrenación.
c) Ejecución de medidas de estabilización de la superficie de la planilla, que consisten en el acomodo del material que surja a partir de la nivelación.
d) Debido a la pendiente de algunas planillas se realizará estacamiento para contener el material removido.

Para el caso de las planillas restantes, no se requerirá preparación ni nivelación, debido a que, éstas se encuentran en un área plana; por lo cual, la maquinaria se instalará sin necesidad de hacer algún ajuste al terreno.

➢ Barrenación

Una vez acomodada la maquinaria en las planillas se procede a iniciar con los trabajos de barrenación, los cuales consisten en la perforación de 60 (uno por cada planilla), con diámetro no mayor de 10 cm, del cual se extrae el núcleo que contiene el corte del macizo rocoso. En total se contemplan 20,100 m lineales de perforación, resultantes de la suma de las profundidades de cada barreno (Tabla 1). Al finalizar los trabajos de barrenación en cada sitio, los barrenos serán tapados con tubo de PVC (con tapa) y sellados con una pequeña losa de cemento, como lo establece la NOM-120-SEMARNAT-2020 en el apartado 4.2.1.1.

II.II.4 Construcción de obras asociadas o provisionales

➢ Rehabilitación de vías de acceso

En relación con la logística de conectividad terrestre, el proyecto se apoyará íntegramente en la red de caminos de terracería y veredas preexistentes en la región. Estas vías de comunicación garantizan el acceso operativo a las distintas zonas de barrenación, éstos se encuentran en buenas condiciones, debido a que son utilizados por los habitantes de las localidades; estos accesos se distribuyen logísticamente a partir de las siguientes zonas de tránsito local:

- **Localidad La Ventana**: por esta localidad de ingresa a 37 planillas correspondientes a las áreas de Arroyo Cocoyame (del barreno BCO-01 al BCO-08) y Cerro Verde (del barreno CV-01 al BCV-29).

- Para el acceso a las 6 planillas del área del Cerro La Mica (del barreno BCM-01 al BCM-06), se ocupan también las veredas que llevan a la localidad La Ventana, solo que se continúa caminando otros 7.40 km más de veredas preexistentes que llevan a las comunidades aledañas.

- **Localidad El Cordón**: Conecta directamente con el polígono donde se ubican 17 planillas (del barreno BCC-01 al BCC-17).

Toda la infraestructura de camino de acceso a la comunidad de Pitorreal presenta condiciones de transitabilidad óptimas (Figura 8), por lo que no se contempla ni será necesaria la ejecución de obras de rehabilitación, ampliación o desmonte para la entrada del personal o equipo.

Esta viabilidad operativa es resultado directo de la dinámica antropogénica de la región: los caminos principales se mantienen compactados y funcionales gracias al uso continuo por parte de los habitantes locales que se trasladan de una comunidad a otra, así como para el aprovechamiento forestal que se tienen los ejidos de las zonas altas, y para el manejo del ganado. En el caso específico de las veredas, la constante actividad pecuaria (tránsito de ganado en sistemas de pastoreo) ejerce un control mecánico natural sobre el estrato herbáceo, manteniendo la huella de rodamiento despejada (Figura 9) y en estado adecuado para el desplazamiento requerido por el proyecto.



Figura 8. Camino a la localidad de Pitorreal.



Figura 9. Vereda a la localidad de La Ventana.

➢ Campamento

No aplica, no se requerirá la instalación de campamento para las labores de exploración dentro del SA, ya que, los trabajadores se hospedarán en la localidad Pitorreal y lo correspondiente a la alimentación también se realizará en dicha localidad.

II.II.5 Etapa de operación y mantenimiento

La exploración se llevará a cabo a través de una empresa subcontratada por el Servicio Geológico Mexicano, misma que proveerá los núcleos del macizo rocoso para su estudio geológico. Como parte de dicho proceso de barrenación a diamante a continuación se explica la operación del equipo necesario.

El equipo de perforación será trasladado vía terrestre desde el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, hasta la localidad de Pitorreal, para luego continuar su traslado por veredas existentes a la Localidad La Ventana, para poder ser desplazadas hasta cada una de las planillas programadas, una vez terminado ahí será trasladada a la comunidad de El Cordón, para repetir el mismo proceso.

La maquinaria de perforación recomendada para este tipo de proyectos es una máquina EGD III (Figura 10) por su practicidad y utilidad. Sus componentes son desarmables, facilitando su movilización y así realizar la movilización en un lapso corto de tiempo, también su instalación es práctica ya que, se puede realizar fácilmente en las planillas de 5 x 5 m. En la Tabla 4 se describen brevemente las características del equipo a utilizar para la barrenación.



Figura 10. Perforadora tipo EDG III.

Tabla 4. Descripción del equipo a utilizar.

Cantidad	Equipo	Características
1	Camioneta	Tipo Pick Up para traslado de personal y equipo. Únicamente para llegar a la localidad de Pitorreal. Dentro del SA el traslado del personal es a pie.
1	Tina	Piletas para almacenar 1,000 litros agua.
1	Motobomba	10 HP y 3000 RPM.
1	Perforadora EGD móvil	Útil en programas de exploración en sitios de difícil acceso, de fácil transportación a través de veredas, la principal característica de la perforadora es que se puede desarmar en aproximadamente dos horas y su movilización puede hacerse en un corto lapso de tiempo, puede ser instalada en un espacio de 3 x 3 m. Componentes principales. ✓ Peso total de 1,245 Kg. ✓ Componente más pesado 188 Kg. ✓ Motor de 3 unidades de 180 kg, con opciones de perforación que van desde motores a gasolina de 96 Hp hasta motores diésel de 168 Hp. ✓ Diámetro del núcleo HQ de 10 cm interior.

El tipo de perforación a realizar será mediante barrenación a diamante, de donde se obtiene un testigo de roca (núcleo) de la profundidad de interés (Figura 11), que posteriormente será analizado en laboratorio para determinar los grupos mineralógicos, así como la presencia de minerales.



Figura 11. Testigo de roca (núcleo) saliendo de la tubería de barrenación, núcleo acomodado en cajas para ser analizado.

La barrenación a diamante se compone de un equipo rotacional y longitudinal que impulsa a una sarta de barras huecas de acero, que lleva en la punta de la tubería una broca compuesta por una corona impregnada de diamante, la cual, por la rotación y la presión de la máquina actúan como cortador al estrato rocoso a medida que avance así irá obteniendo el testigo o muestra (núcleo), para mayor referencia en la Figura 12 se muestra el esquema del sistema. Este sistema de barrenación es capaz de hacer barrenos en diferentes inclinaciones y direcciones.

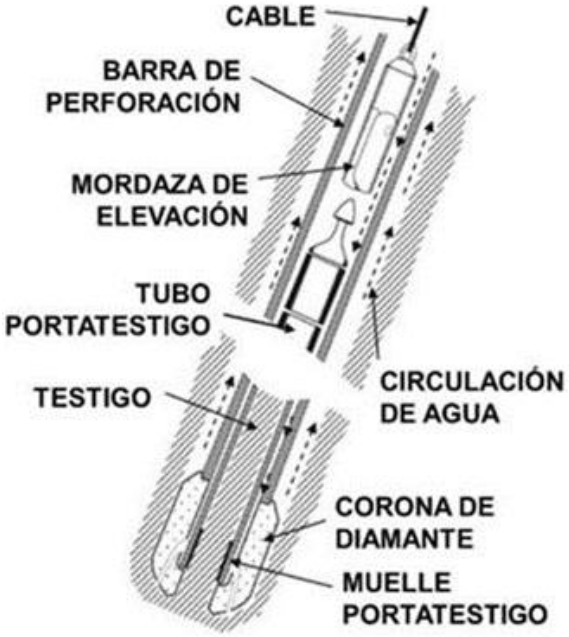


Figura 12. Esquema de barrenación.
Fuente: tomada de la búsqueda en Google.

Es importante señalar que para realizar la perforación no se prevé utilizar sustancias que afecten al medio ambiente, solo se utilizan como medida de apoyo tres materiales mezclados con agua, una grasa lubricante para eliminar la vibración en la barra (Linseed Soap), una mezcla de polímeros a base de celulosa que se utiliza para estabilizar las paredes de la perforación (Ezee-Trol), y un polímero granular que incrementa la recuperación de muestras (CR-650). Ninguna de las sustancias anteriormente mencionadas provocará algún riesgo al medio ambiente, debido a sus características biodegradables.

El agua mezclada con los materiales anteriormente señalados, será bombeada por el interior de la sarta de perforación (componentes metálicos armados que conforman la tubería de perforación), hasta alcanzar la corona de diamante, saliendo por el espacio anular entre la sarta de perforación y la roca (Figura 12). En superficie, el agua que retorna será recogida en un tanque donde se decantará para eliminar el contenido de finos en suspensión, procedentes de los residuos de perforación, para posteriormente recircularla, es importante mencionar que para cada barreno se utiliza aproximadamente 2 m^3 de agua de la cual se recupera el 70% de esta y es utilizada para el siguiente barreno, siendo necesario reabastecer un 30% que se quedan con los lodos finos. Se estima que durante la ejecución del proyecto se utilizara un estimado de 37.5 m^3 de agua.

El agua que se utilizará en la barrenación será de la localidad más cercanas a las áreas de barrenación, en el caso del área de Cocoyame, Cerro Verde y Cerro La Mica de la localidad de La Ventana y para el área de Cerro del Cobre de la localidad de El Cordón, para mover el agua esta será bombeada a cada una de las planillas, y ser depositada en una pileta de 1,000 litros para ser utilizada en los trabajos de barrenación.

A la maquinaria utilizada para los trabajos de barrenación se le realizarán los servicios de mantenimiento preventivo *in situ,* los cuales consisten en cambio de aceite, en cuanto a reparaciones mayores no se contemplan, salvo de alguna eventualidad fortuita de daño en piezas menores, como daños en las mangueras, por lo que se tendrán los cuidados necesarios en el manejo de sustancias que pudieran impactar el medio ambiente.

Considerando que desde un inicio se realizará el acondicionamiento de las áreas a utilizar (planillas), no se contempla la implementación de control de vegetación, referente al control de fauna, esta se verá ahuyentada a causa del ruido generado por la maquinaria de barrenación, por lo que no será necesario realizar una actividad de ahuyentamiento, ya que el ruido fungirá como ahuyentador de fauna.

II.II.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación)

Al término del proyecto no se contempla post-operación, para esta etapa y con la finalidad de cumplir con las especificaciones de la NOM-120-SEMARNAT-2020 para exploración, se realizará el sellado de los barrenos, lo cual consiste en colocar en cada boca de barreno un tubo de PVC (con tapa), para posteriormente colocar una pequeña losa de concreto, identificándolos con su clave correspondiente y la ejecución de la limpieza de las áreas de trabajo.

En cuanto a las medidas de revegetación, se espera que la vegetación pionera se densifique en aquellas áreas que fueron acondicionadas. Es importante mencionar que, el área de estudio presenta perturbación por la actividad ganadera, por lo que la revegetación natural se llevará a cabo siempre y cuando esta actividad sea moderada. En el supuesto de que la dinámica de sucesión y renovación natural no alcance los parámetros de cobertura esperados, se implementarán acciones de reforestación y estabilización edáfica mediante la propagación vegetativa de nopal (*Opuntia spp.*). La selección de este taxón se justifica técnicamente por las condiciones físicas y edafoclimáticas del sitio, tales como la inclinación de las pendientes, el nivel de insolación y las características del sustrato, ante las cuales el género *Opuntia* presenta una alta viabilidad de prendimiento, rápida adaptación y una excelente capacidad agrológica para el control de la erosión y la retención de suelos.

Para el caso de las planillas BCO-02, BCO-03, BCV-05, BCV-06 y BCV-07 ubicadas en áreas agrícolas, no se contempla realizar ninguna actividad, al uso del suelo presente en estos sitios.

En lo que respecta a las veredas, estas no serán inhabilitadas debido a que son utilizadas por los pobladores de las comunidades con el objetivo de cuidar el ganado y llegar a sus parcelas; manteniendo presente que estas ya existían antes de iniciar el proyecto. Una vez concluido el programa de barrenación, se procederá a quitar la señalización de las actividades de exploración.

II.II.7 Utilización de explosivos

No aplica, para el desarrollo de las obras programadas no se contempla la utilización de explosivos.

II.II.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Derivado de las obras de barrenación se contempla la generación de lodos de perforación (concentración de material del estrato rocoso y agua con aditivos biodegradables), mismos que serán vertidos en las inmediaciones de tal forma que se reincorporen al entorno, también se prevé la emisión de gases a la atmósfera producto de la combustión de la maquinaria, sin embargo, estos gases se consideran incipientes, toda vez la capacidad de carga para el ecosistema no representa daño.

En lo referente al ruido emitido durante los trabajos de barrenación, estos dependerán de la maquinaria a utilizar por la empresa subcontratada, sin embargo, se espera que el ruido favorezca el ahuyentamiento de fauna local temporalmente, y con ello evitar que se acerquen a las planillas y pudieran sufrir algún accidente.

Para las actividades de mantenimiento de los vehículos a utilizar en el proyecto y debido a la ubicación del estudio no se ha considerado la instalación de un sitio para el mantenimiento y reparación de vehículos, ya que los vehículos no serán ocupados dentro del SA, ya que el ingreso al SA es caminando, por lo tanto, no habrá generación de residuos peligrosos (como aceites, grasas y lubricantes gastados a base de petróleo).

En cuanto a la emisión de gases a la atmósfera producto de la combustión de los vehículos se consideran mínima ya que los vehículos no circularan dentro del SA y estos será ocupado para la llegada del personal al inicio del proyecto y para el retiro de personal al término del proyecto, ya que los vehículos se quedaron en la localidad de Pitorreal, donde se alojen los trabajadores.

Al equipo de barrenación se le realizarán servicios de mantenimiento preventivo *in situ*, el cual, consiste en cambio de aceite, teniendo la previsión de no derramar aceites o combustible en el suelo, fuera o dentro del área de estudio; en caso que ocurriera un incidente así, se realizará su recolección de manera inmediata y se almacenarán estos residuos en un lugar aislado y seguro de manera temporal, en recipientes cerrados debidamente identificados para su posterior transportación y disposición final, esto con el propósito de cumplir las normas ambientales vigentes. Por lo anterior y con la aplicación de las buenas prácticas de operación, así como el empleo de medidas preventivas y mitigación, se mantendrá la funcionalidad del medio.

II.II.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Con relación a los residuos sólidos urbanos (RSU) generados por el personal que laborará en el proyecto, por medio del consumo de alimentos se estima que se generen de 0.5 a 1 kg/obrero/día (Tabla 5), mismos que serán recolectados y almacenados temporalmente con el propósito de que se evite su dispersión dentro del SA, posteriormente, serán trasladados al sitio de disposición final autorizado por el municipio de Tamazula; (Localidad El Tecuan) será responsabilidad del supervisor de la barrenación constatar que se cumpla dicha actividad. Así mismo, en la impartición del taller de educación ambiental, se capacitará al personal para que realice el manejo adecuado de los mismos.

Tabla 5. Generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos.

Residuos sólidos urbanos			
Etapa	Generación	Manejo	Disposición
Preparación del sitio, operación - mantenimiento y abandono.	Residuos sólidos urbanos, 0.5 kg – 1 kg/ persona.	Almacenamiento en bolsas para evitar dispersión	Centro de disposición final autorizado por el municipio de Tamazula

Durante la realización de los trabajos de barrenación, se tomará como medida necesaria la instalación de letrinas para el uso del personal, con la finalidad de impedir la contaminación por este tipo de desechos. La empresa subcontratada será la responsable de la instalación y manejo de los sanitarios que deberán estar en apego a la normatividad ambiental vigente (NOM-120-SEMARNAT-2020).

Debido a que no se generarán residuos de manejo especial, ni residuos peligrosos en el sitio, no se propone infraestructura alguna o actividad para la disposición de estos.

II.II.10 Otras fuentes de daños

No aplica. Debido a las consideraciones contempladas para la realización del presente proyecto concerniente a la exploración directa, no se identifican otras fuentes de daños que pudieran generar contaminación radioactiva, térmica o luminosa.

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo

III.I Ordenamientos Ecológicos

III.I.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó el 7 de septiembre de 2012 el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT; SEMARNAT, 2012), el cual funge como el instrumento rector de políticas públicas, sustentado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el Reglamento en materia del Ordenamiento Ecológico.

Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF) y tiene como objetivo establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen y establezcan sus programas sectoriales considerando la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos asociados a peligros naturales y la conservación del patrimonio natural.

El POEGT es una herramienta de gestión ambiental que contiene las regionalizaciones ecológicas del territorio nacional, compuestas por Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales se definen a partir de condiciones similares, asociadas a estrategias ecológicas que implementan la asignación de lineamientos y políticas ambientales que prevén la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

- **Regionalización Ecológica**

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad respecto al resto de las unidades. Con este principio, se obtuvo la diferenciación del territorio nacional en 145 UAB, representadas a escala 1:2,000,000 y empleadas como base para el análisis de las etapas del proceso de elaboración del Ordenamiento Ecológico y para la construcción del POEGT.

Lineamientos y Estrategias Ecológicas

Muestran el estado deseable de una región ecológica o de una UAB; se instrumentan mediante directrices generales que, en los ámbitos ambiental, social y económico, deberán promoverse para alcanzar dicho estado en el territorio nacional.

En este contexto, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas establecidos en los programas sectoriales emitidos por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de acciones que cada sector en coordinación con otros sectores deberá realizar con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para cumplir los objetivos de este POEGT; en este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El área donde se realizará el proyecto, se localiza en la zona limítrofe de los municipios de Tamazula, estado de Durango y Badiraguato, estado de Sinaloa. Dentro del SA delimitado, se encuentra la Región Ecológica 9.19 que la compone la Unidad Ambiental Biofísica **92. Cañones Chihuahuenses Sur** (Tabla 6Figura 130; Figura 13).

Tabla 6. Información de ficha técnica de la UAB 92. Cañones Chihuahuenses Sur.

UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Nivel de Atención Prioritaria	Estrategias sectoriales
92	Cañones Chihuahuenses Sur	Minería Forestal	Preservación de flora y fauna	Agricultura Ganadería Poblacional	Pueblos indígenas	Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, **15, 15BIS**, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: Elaboración propia con datos de SEMARNAT (2012).

De acuerdo con la ficha técnica de la Región Ecológica, la UAB se caracteriza por:

- **Alta importancia de la actividad minera.**
- No presenta superficie de áreas naturales protegidas.
- Baja degradación de los suelos.
- Baja degradación de la vegetación.
- Sin degradación por desertificación.
- La modificación antropogénica es muy baja.
- Longitud de carreteras (km): muy baja.
- Porcentaje de zonas urbanas: muy baja.
- Porcentaje de cuerpos de agua: muy baja.
- Densidad de población (hab./km²): muy baja.
- El uso del suelo es forestal.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 40.1.
- Muy alta marginación social.
- Muy bajo índice medio de educación.
- Medio índice medio de salud.
- Medio hacinamiento en la vivienda.
- Bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Muy bajo indicador de capitalización industrial.
- Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola de carácter campesino.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

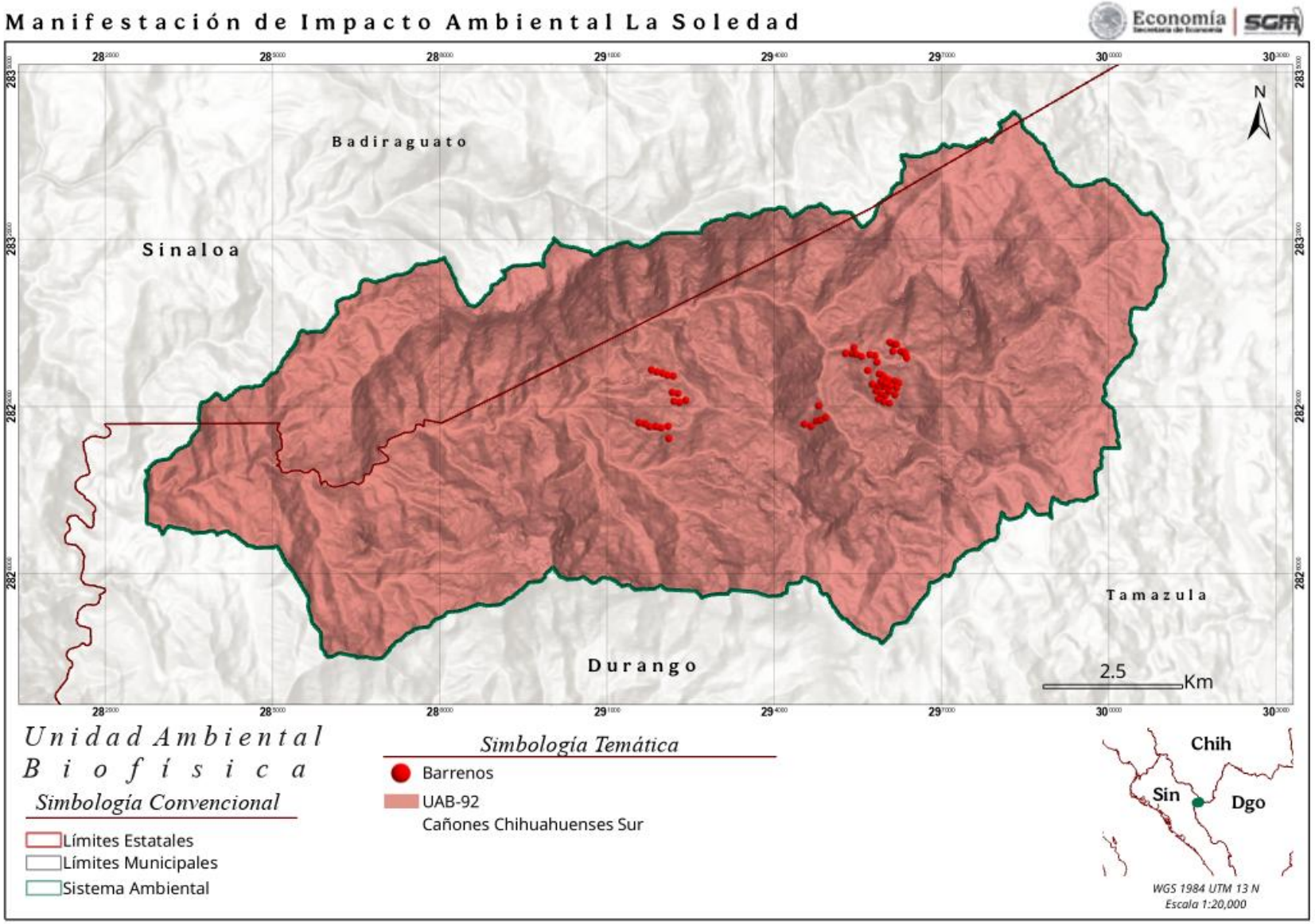


Figura 13. UAB-92 Cañones Chihuahuenses Sur.
Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT (2012).

En la UAB antes mencionada, los sectores rectores del desarrollo son Minería y Forestal; además, su política ambiental es de aprovechamiento sustentable; las estrategias generales y particulares se detallan a continuación (Tabla 7).

Tabla 7. Estrategias generales y particulares para la UAB 92.

Estrategia general	Estrategia particular
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.
	2. Recuperación de especies en riesgo.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**12**. Protección de los ecosistemas
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.**
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
E) Desarrollo Social	**33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.

Estrategia general	Estrategia particular
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Fuente: Elaboración propia con datos de la SEMARNAT (2012).

Seguidamente, se estipulan las estrategias que se proponen e implementan para dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos, así como a los objetivos específicos que persigue el programa. Además, se realiza la vinculación jurídica de los criterios ecológicos relacionados con la presente Manifestación de Impacto Ambiental (Tabla 8).

Tabla 8. Vinculación de la UAB 92 con respecto al proyecto MIA La Soledad.

Estrategias	Objetivos específicos	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio		
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Este criterio se vincula con el presente proyecto, por lo cual se propone un conjunto de medidas de mitigación con la finalidad de compensar los impactos ambientales que se generen.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Para dar cumplimiento, se presentarán los puntos elementales sobre la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y la NOM-059-SEMARNAT-2010. En este contexto, se realizará el ahuyentamiento de la fauna silvestre; y en caso de ser necesario, se implementará un programa especial de reubicación. Sin embargo, debido a los ruidos y vibraciones propios del proyecto, las especies de fauna silvestre presentan respuestas de evitación, desplazándose de manera temporal a otros sitios. En lo referente a la vegetación, no se identificó ninguna especie en protección que requiera ser reubicada.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El presente estudio incluye datos sobre la composición, estructura y diversidad de la vegetación y la fauna silvestres imperantes dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área del Proyecto (AP). Abonando al conocimiento sobre los sistemas de biodiversidad. Además, se realizará un monitoreo de biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no pretende aprovechar especies de flora ni de fauna, ya que se centra en la generación de conocimiento geológico. Asimismo, los ecosistemas presentes se encuentran ampliamente distribuidos en toda la región del SA. Cabe señalar que, en caso de ser necesario y en las planillas que lo requieran, se realizará una actividad de reforestación con individuos nativos del área.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	**No aplica**: el proyecto es de naturaleza exploratoria geológica, por lo que no interviene en la actividad agrícola y, en lo que respecta al uso pecuario, por las dimensiones del proyecto, este no se verá afectado.

Estrategias	Objetivos específicos	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio		
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	**No aplica**; la naturaleza del proyecto es de exploración geológica; sin embargo, en caso de visualizar infraestructura de este tipo, no se afectará su funcionalidad.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	**No aplica**. Debido a la naturaleza del proyecto, no se contempla el aprovechamiento de los recursos forestales. Este se desarrollará en áreas con vegetación casi nula.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	**No aplica**; debido a la naturaleza del proyecto, no se contempla la valoración ni el aprovechamiento de los servicios ambientales que brinda el área.
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas.	Se contemplan medidas preventivas de mitigación y compensación de ecosistemas, debido a las dimensiones del proyecto, lo que no afecta los recursos naturales del área.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	**No aplica;** esta acción no se aplica al desarrollo del proyecto, debido a que se realizarán únicamente obras de muestreo rocoso.
D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Debido a las dimensiones del proyecto, no se contempla la restauración del ecosistema forestal ni del suelo agrícola. Se contemplan medidas de protección, reducción y mitigación de los posibles impactos que puedan ocasionarse por las actividades de barrenación, únicamente en las planillas de barrenación.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	De acuerdo con el promovente (Servicio Geológico Mexicano), el objetivo del proyecto es generar información geológica. Cabe señalar que el proyecto se alineará en todo momento con las regulaciones vigentes. En este contexto, la realización del proyecto también pretende incentivar el desarrollo social y económico de la región, alentando el uso sustentable de los recursos, de modo que se respete su funcionalidad y la capacidad del territorio para sostener las actividades previstas.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto comprende actividades de muestreo geológico, por lo que, para su desarrollo, el promovente se apegará a la normatividad y la legislación ambiental en todo momento.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		**Vinculación**
E) Desarrollo Social	**33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	**No aplica;** sin embargo, se contribuye con la contratación de mano de obra local.

Estrategias	Objetivos específicos	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio		
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Desde el principio del proyecto se contempla contratar mano de obra local, con la finalidad de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas al proyecto.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	**No aplica** debido a que no le compete al promovente.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No es aplicable al proyecto; sin embargo, se contribuye con la contratación de mano de obra local.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto contempla la contratación de mano de obra local con el fin de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas al proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Desde el principio del proyecto se contempla contratar mano de obra local, con la finalidad de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas al proyecto.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No es aplicable al proyecto, ya que no le compete al promovente.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No es aplicable al proyecto, ya que no le compete al promovente.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		**Vinculación**
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El promovente no puede realizar actividades sin el previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando, en estricto apego a la normatividad, los derechos de la propiedad.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	**No aplica:** el proyecto no se alinea con este apartado de mejora, fortalecimiento y gestión de proyectos productivos.

Estrategias	Objetivos específicos	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio		
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Para el desarrollo del proyecto se consideró lo descrito en el OE estatal.

Por las acciones indicadas en el apartado de vinculación de la tabla anterior, se considera que, el proyecto es adecuado para su implementación en la **UAB 92, Cañones Chihuahuenses Sur.** Estas acciones se enfocan en: a) el logro de la sustentabilidad ambiental del territorio, a través de la mitigación y compensación de los posibles impactos ambientales que puedan generarse por las actividades en las planillas de barrenación, del cumplimiento cabal de la legislación ambiental aplicable y vigente y, en lo posible de la contribución al conocimiento de los ecosistemas y su biodiversidad. Asimismo, en el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, ya que, por su aplicación en el ámbito minero, se enfatizan las estrategias 15 y 15 bis, directamente vinculantes con el Servicio Geológico Mexicano. b) en el mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, ya que, se considera contratar mano de obra local, con la finalidad de beneficiarlos temporalmente con empleos directos y, con ello, contribuir, en pequeña escala, al bienestar económico de los pobladores locales. Finalmente, c) en el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, asegurando la definición y el respeto a los derechos de la propiedad rural y en concordancia con los ordenamientos territoriales del área de estudio.

Con base en lo anterior, se afirma que el proyecto es compatible con las estrategias y lineamientos que estipula la UAB; la cual menciona a la minería como un sector rector en el desarrollo de la zona. De manera subsecuente, se analizarán en detalle las acciones de prevención, así como las actividades de mitigación y compensación, para reafirmar que el proyecto no propiciará el desequilibrio ambiental en el área del proyecto.

III.I.2 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango

La actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED) fue publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango el jueves 8 de septiembre de 2016. En dicha actualización, se menciona que el Modelo de Ordenamiento Ecológico, a escala 1:250,000, es indicativo y está dirigido fundamentalmente a las entidades de gobierno. Como herramienta de planeación y bajo los principios del desarrollo sustentable, tiene como finalidad generar y promover políticas de uso del territorio mediante la formulación de leyes, reglamentos, programas y proyectos acordes con la vocación natural del suelo, a fin de revertir los procesos de deterioro del ambiente.

Es importante señalar que el POEDD menciona que la minería ha destacado en los últimos años como un sector productivo de rápido desarrollo; de tal forma, en el período 2005–2014, el número de trámites para la autorización de exploraciones y explotaciones mineras se ha incrementado sustancialmente, incluso en zonas importantes para la conservación. De esta manera, resulta de gran relevancia incorporar los intereses de este sector al Modelo de OE actual. En este contexto, el modelo de aptitud sectorial minero utilizado en el POEDD fue desarrollado por el Servicio Geológico Mexicano en 2013; dicho estudio consideró las obras mineras de minerales metálicos y no metálicos, lotes mineros, estructuras geológicas, geología, geoquímica y magnetometría como los siete atributos que mejor representan el sector minero en el estado de Durango.

El Estado en comento se dividió en 308 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y, en cada una, se establecieron las políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento para cada una de ellas:

- Protección: Se promueve el establecimiento de esquemas para la preservación de los ecosistemas. Por ejemplo, en áreas naturales protegidas.
- Conservación: Se promueve el uso y el consumo de recursos renovables de forma sustentable. Por ejemplo, en el aprovechamiento forestal.
- Restauración: Se promueve la recuperación de la estructura y la función de los ecosistemas degradados. Por ejemplo, en zonas erosionadas.
- Aprovechamiento: Se acepta la transformación de los ecosistemas con fines productivos y sociales. Por ejemplo, en zonas agrícolas.

Además de la política ambiental asignada a cada UGA, se establecieron lineamientos ecológicos, definidos como la meta, las metas o el enunciado general que refleja el estado deseable de una UGA. Asimismo, a cada UGA se le asignaron Criterios de Regulación Ecológica: una serie de normas, reglas o recomendaciones para realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y se establecieron las condiciones de ciertos usos que requieren limitaciones para evitar conflictos ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el área de estudio del presente proyecto incide en las **UGA 72 - Superficie de gran meseta 7,** y **UGA 77 – Superficie de gran meseta 3** (Figura 14), las cuales comprenden los municipios de Tamazula y Topa, con las siguientes aptitudes sectoriales (Tabla 9):

Tabla 9. Aptitudes sectoriales de las UGA que inciden en el SA.

UGA No.	Litología superficial (km²)	Aptitudes sectoriales
UGA 72 - Superficie de gran meseta 7	Ígnea extrusiva: 625.24	Conservación de la Biodiversidad: Alta: 11%; Media: 89% Aprovechamiento Forestal Maderable: Media: 67%; Baja: 33% Minería: Alta: 8%; Media: 92%
UGA 77 - Superficie de gran meseta 3	Ígnea extrusiva: 227.13 Ígnea intrusiva: 83.14	Conservación de la Biodiversidad: Alta: 59%; Media: 41% Aprovechamiento Forestal Maderable: Media: 25%; Baja: 74% Minería: Alta: 44%; Media: 55%

Elaboración propia con datos del POEED (2016).

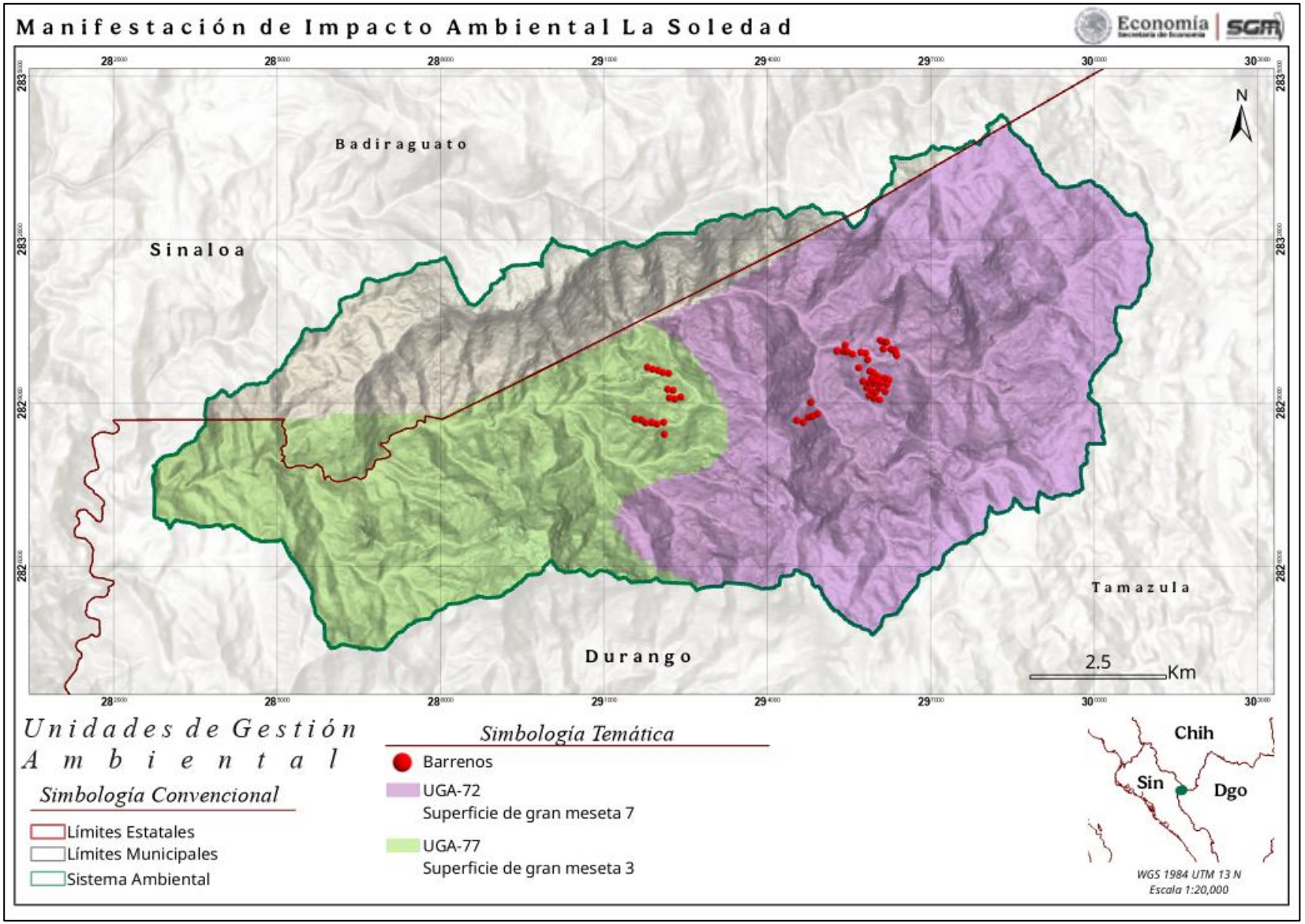


Figura 14. Unidades de gestión ambiental en el SA del proyecto. Elaboración propia con datos del POEED (2016).

A continuación, se describen las características de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 72y 77 (Tabla 10), en lo que respecta a su estrategia ecológica; es decir, su política ambiental, sus usos a promover y su lineamiento ambiental.

Tabla 10. Estrategia ecológica de las UGA en comento.

UGA	Política ambiental	Usos a promover	Lineamiento ambiental
UGA-72	Conservación	Conservación de la biodiversidad; aprovechamiento forestal maderable; **minería**	Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.
UGA-77	Conservación	Conservación de la biodiversidad; aprovechamiento forestal maderable; **minería**	Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.

Elaboración propia con datos del POEED (2016).

A continuación, se presentan los criterios de regulación ecológica de las Unidades de Gestión Ambiental mencionadas (Tabla 11).

Tabla 11. Criterios de regulación ecológica asignados a las UGA antes mencionadas.

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
UGA-72 UGA-77	BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Los programas de reforestación han hecho uso principalmente de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga algún éxito en los propósitos de restauración ecológica. Los bosques de especies exóticas se transforman por lo general en "desiertos verdes" que no permiten la subsistencia de la gran mayoría de las especies locales de plantas y animales. A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, es aún posible inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales. Un recurso fundamental para lograr lo anterior lo constituyen las	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 79 fracción I. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 33, fracción XI; 77; 86 y 131.	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Política Ambiental de Protección y/o Restauración.

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
			especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que tengan la potencialidad de crecer en zonas profundamente alteradas y que, con el tiempo, permitan la recuperación de la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales y el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa que aún sobrevive en algunos sitios (Vázquez Yanes, C., S/F).		
UGA-72 UGA-77	FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	El beneficio tangible, en términos de servicios ambientales, que los corredores podrían proveer, por ejemplo, al proteger cabeceras de cuencas hidrográficas, bosques de galería que evitan la erosión fluvial, restitución de los stocks pesqueros, etc., y en general por ser un concepto que puede integrar el uso sostenible de los recursos biológicos dentro del objetivo de mantener la conectividad o comunicabilidad entre fragmentos de un ecosistema o paisaje (Bennet, 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 80, Fracción I; VI; Ley General de Vida Silvestre, articulo 19 y 21.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.
UGA-72 UGA-77	FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	La diversidad arbórea de México tiene entre sus componentes a un sinnúmero de especies de importancia forestal, entendiéndose esto último como poblaciones sujetas a un aprovechamiento y/o estudios que demuestran su importancia como reservas de genes con potencialidades actuales o futuras (Alba-Landa et al., 2008). La reproducción selectiva de especies forestales en vivero fomentará y promoverá un mejor aprovechamiento forestal al contar con disponibilidad de renuevos para la sustitución de los volúmenes que sean utilizados.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo, 132.	UGA con actividad forestal maderable y política de conservación; AFM a promover.
UGA-72 UGA-77	FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios	Los incendios forestales constituyen uno de los principales agentes de perturbación de los ecosistemas del planeta, donde millones de hectáreas son afectadas cada año. La elevada	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, articulo 24, fracción II; 62, fracción XII; 112, fracción V y 124.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
		mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	presión de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto (Pausas J.G, 2012).		Forestal Maderable.
UGA-72 UGA-77	FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	Los suelos cumplen con diversas funciones que posibilitan la producción de alimentos, fibras y madera; mantienen la capacidad de retención de agua, regulan los gases de efecto invernadero y alojan una gran Biodiversidad, por lo que son esenciales para la sociedad (Blum et al.,2006, citado por Cotler, H., S. et al, 2015). Ante el contexto del cambio climático, el mantenimiento de estas funciones a través de prácticas de conservación, es cada vez más relevante, más aún cuando con ello se aumenta el secuestro de carbono y se propicia la adaptación de la sociedad y de los ecosistemas al cambio climático (Cotler, H., S. et al., 2015).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 55 y 62, fracción III. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, articulo, 12, fracción VII, XXXI; 46 y 72.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.
UGA-72 UGA-77	FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	Las corrientes de agua son consideradas dentro de la normativa ambiental forestal como áreas de protección forestal, por lo que se deberá considerar la no interrupción del flujo hídrico existente en las zonas que corresponda.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, articulo 7, fracción II; Ley de Aguas Nacionales, artículo 119, fracción XIV.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.
UGA-72	FNM01	En la recolecta del orégano realizada en poblaciones naturales, se deberá fomentar entre los productores el uso de herramientas de filo adecuado que no maltraten la planta y faciliten el rebrote.	En ocasiones, durante la recolecta de la planta de orégano, se maltrata el tallo de la misma; esto por hacer el corte con las manos, provocando que se quiebran los rebrotes del orégano, lo cual puede generar daños severos a la planta por desgajamientos, lo que limita su regeneración natural (Martínez Salvador, M. 2013).	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 1, fracción III; 97, fracción XXVII. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 27 párrafo 3. Ley General de Vida Silvestre, Articulo 4.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano.
UGA-72	FNM02	En poblaciones naturales de orégano, y durante la cosecha, se recomienda	Esta práctica permite, por una parte, el rebrote de las plantas utilizadas y por otra propicia la floración y fructificación de las plantas no utilizadas,	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 1, fracción III; 97, fracción XXVII. Constitución Política de	UGA con uso a promover de Aprovechamiento

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
		aprovechar solo las que superen el metro de altura, cortando únicamente el 75% de la planta en relación a su altura.	proporcionando la regeneración natural de la especie y por ende un incremento en la densidad de plantas por unidad de superficie. Esta técnica, de acuerdo con investigadores, le permite al productor que al siguiente año la planta se recupere aproximadamente en un 80 por ciento y por lo tanto, tenga una mejor producción. Se estiman que, con esta técnica, en las plantaciones naturales, el promedio de producción alcanza los 350 kilogramos por hectárea (Estado de San Luis Potosí. 2008).	los Estados Unidos Mexicanos, artículo 27 párrafo 3. Ley General de Vida Silvestre, Articulo 4.	Forestal No Maderable de Orégano.
UGA-72	FNM03	A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de orégano, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto.	La producción comercial del orégano mexicano demanda homogeneidad, volumen y calidad; sin embargo, ésta se realiza en zonas marginadas y de escasos ingresos, generando una explotación desmedida que ponen en peligro la Biodiversidad y sustentabilidad de la misma. (García-Pérez, et al., 2012). Los estudios sobre plantaciones de orégano han concluido que es altamente rentable el producir esta especie de manera comercial, y que es posible obtener la misma calidad y cantidad de aceites en plantas cultivadas que el que se obtiene de la cosecha de plantas silvestres (Martínez Salvador, M. 2013).	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 1, fracción III.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano.
UGA-72 UGA-77	MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	En la minería, las medidas de cuidado del medio ambiente tienen como objetivo que la actividad se desarrolle de manera que su efecto sobre la vegetación, el suelo, el agua y el resto de elementos del medio sea el mínimo posible, con ahorro de recursos y de energía, al tiempo que se reduce la contaminación y la generación de residuos (Escribano Bombín, M., 2007). Con lo anterior, los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados, entre otras, a sujetarse	Ley Minera, Artículo, 27, fracción IV; 37, fracción II y 39.	UGA con uso minero a promover.

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
			a las disposiciones contenidas en la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.		
UGA-72 UGA-77	MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es uno de los combustibles comerciales con menores emisiones de gases de efecto invernadero, si se considera todo su ciclo de vida. El GLP es el que produce menores emisiones de gases de efecto invernadero por 100 kilómetros recorridos, si se tiene en cuenta todo su ciclo de vida desde el pozo de extracción hasta el punto de consumo. Sus emisiones son inferiores a las de la gasolina y el gasóleo en casi todas las regiones del mundo e incluso un 12% más bajas que el etanol producido a partir de maíz (E85) en Norteamérica (LGP Exceptional Energy S/F).	NOM-050-SEMARNAT-1993	UGA con uso minero a promover.
UGA-72 UGA-77	MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Los vehículos a motor, se acepta, son la fuente de mayor contaminación ambiental. Los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero (CO2 y metano) (Schifter I y López Salinas, E., 1998).	NOM-041-SEMARNAT-2006	UGA con uso minero a promover.
UGA-72 UGA-77	MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Para el correcto manejo de los residuos peligrosos, debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma que se minimicen los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos (Martínez, J., 2005).	NOM-052- SEMARNAT-2005 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 21.	UGA con uso minero a promover.
UGA-72	URB08	Las localidades con poblaciones mayores	El tratamiento de las aguas residuales en México debe ser una	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al	UGA con poblaciones

UGA	Clave	Criterio	Sustento técnico	Fundamentación legal	Regla de asignación
		a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	de las principales estrategias para preservar la calidad del agua, mejorar la calidad de vida, proteger la salud pública y garantizar el desarrollo sustentable (Lahera Ramón, V., 2010).	Ambiente, artículo, 23 Fracción VII y IX; 120, Fracción II; 121; 122, Fracción I; 123; 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales, artículo, 29, Fracción XIV; 29, Bis Fracción II y III; 45; 46, Fracción V; 47; 47, Bis; 85 y 88 Bis 1; Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango, artículo, 85, Fracción III y 86.	mayores a 1,000 Habitantes.
UGA-77	URB09	Las poblaciones con menos de 100 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones pequeñas pueden contaminar localmente acuíferos, cauces y cuerpos de agua por la descarga directa de sus aguas residuales (Rosales, 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente artículos 23 Fracción VII y IX, 120 Fracción II, 121, 122 Fracción I, 123, 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales artículo 29 Fracción XIV, 29 Bis Fracción II y III, 45, 46 Fracción V, 47 y 47 Bis, 85 y 88 Bis Fracción VI, IX y X.	UGA con cobertura de zona urbana y poblaciones menores a 100 habitantes.

Fuente: Elaboración propia con datos de POEED (2016).

El presente proyecto contempla actividades de exploración, en las que las UGA que inciden en el SA, establecen criterios de regulación ecológica que orientan el aprovechamiento racional de los recursos naturales. En este contexto, cabe señalar que, las actividades programadas para la realización del proyecto cuentan con mecanismos de protección del ambiente de acuerdo con la normatividad aplicable; asimismo, en esta manifestación se describen las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

Se debe considerar que, por la naturaleza del proyecto, se realizará un manejo integral de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, a fin de evitar la contaminación del suelo y del agua. Asimismo, se llevarán a cabo prácticas de ahuyentamiento de fauna silvestre y rescate de flora y fauna, antes de cualquier actividad que se realice en el proyecto.

III.I.3 Plan de Desarrollo del Estado de Durango

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Durango (PEDED 2023-2028) es la herramienta de gestión que establece la visión y un conjunto de objetivos a mediano y largo plazo para promover el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, con el fin de alcanzar el bienestar de su población. Este Plan define estrategias y políticas específicas para alcanzar los objetivos, a través de la definición de seis ejes rectores:

a) Durango solidario, inclusivo y con bienestar social
b) Durango competitivo, próspero y de oportunidades
c) Durango seguro, respetuoso y en paz
d) Durango sostenible, ordenado y con calidad de vida
e) Durango integrado, con infraestructura y servicios de calidad
f) Gobierno responsable, comprometido y de resultados

El presente proyecto, se vincula al PEDED a través del Eje 2: Durango competitivo, próspero y de oportunidades, dentro del objetivo 2.10. Promover la minería como detonante económico de las regiones mediante la estrategia 2.10.1. Promover el potencial geológico y minero del Estado, por medio de las líneas de acción presentadas en la Tabla 12:

Tabla 12. Vinculación del proyecto con respecto al PEDED.

Eje	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
2. Durango competitivo, próspero y de oportunidades	2.10 Promover la minería como detonante económico de las regiones	2.10.1. Promover el potencial geológico y minero del Estado	2.10.1.1. Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector.
			2.10.1.2. Apoyar a la pequeña minería para la identificación de lotes viables de exploración y la cubicación de reservas explotables.
			2.10.1.3. Generar programas de capacitación a favor de la pequeña y gran minería.
			2.10.1.4. Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia.
			2.10.1.5. Establecer un vínculo permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica.
			2.10.1.6. Crear programas para la generación de valor agregado en el sector.
			2.10.1.7. Generar alianzas con las empresas para fortalecer el desarrollo de las comunidades mineras.

Fuente: Elaboración propia con datos del PEDED (2023).

Por lo anterior, el gobierno del estado de Durango a través del Eje 2 del PEDED, busca el impulso del crecimiento económico y la generación de empleos, a través de la atracción de inversiones, el fomento de innovación, el emprendimiento y la mejora en la competitividad de los sectores productivos del Estado; considerando a la actividad minera como un detonante económico que coadyuvará a la generación de empleo y riqueza en las comunidades rurales. En este sentido, el presente proyecto de exploración tiene como objetivo el desarrollo del conocimiento geológico del área de interés lo que permitirá atraer inversiones interesadas en el aprovechamiento de los recursos minerales, lo que derivará en la generación de empleos y una derrama económica para las comunidades.

III.I.4 Plan de Desarrollo del Estado de Sinaloa

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sinaloa (PEDES 2022-2027) pretende hacer realidad un gobierno democrático, incluyente, austero en su funcionamiento, pero eficaz en la búsqueda de sus propósitos. En él se contienen propuestas factibles de transformación y establecimiento del Estado de Bienestar de Sinaloa. Este plan de desarrollo, se integra por tres ejes estratégicos:

1. Bienestar social sostenible
2. Desarrollo económico
3. Gobierno democrático, promotor de paz, seguridad, ética y eficiencia

A través de estos ejes estratégicos se cimentan políticas orientadas a satisfacer las necesidades de una sociedad creciente y compleja, que exige atención a sus problemas y reclamos.

La vinculación del PEDES con el presente proyecto de exploración minera se realiza a través del segundo Eje: Desarrollo económico, el cual considera una Política de atracción de inversiones y crecimiento económico equilibrado entre regiones, con Objetivos, estrategias y líneas de acción, como se presenta en la Tabla 13, particularmente aquellos relacionados con la actividad minera.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con respecto al PEDES.

Eje	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
2. Desarrollo económico	1.1 Detonar un desarrollo económico con sentido social, equilibrado entre regiones promoviendo el desarrollo industrial, la diversificación de los sectores estratégicos y el fortalecimiento de cadenas productivas	1.1.1 Promover políticas públicas que permitan incrementar la inversión nacional y extranjera, principalmente en los sectores de manufactura, bioeconomía, logística, procesamiento de alimentos, turismo, tecnologías de la información y energías	1.1.1.1 Diseñar y ejecutar la agenda de promoción de inversiones en México y en el extranjero para generar proyectos de inversión.
			1.1.1.2. Aterrizar proyectos de inversión priorizando a las regiones más rezagadas a través de propuestas de valor que avalen la atractividad de las regiones
			1.1.1.6. Aprovechar los recursos naturales y los energéticos como el gas natural para atraer empresas del sector industrial
		1.1.2 Fortalecer las cadenas productivas para elevar la competitividad de los productos y reducir las brechas de desigualdad entre empresas pequeñas y grandes	1.1.2.2. Fomentar la creación de proyectos que generen valor a la producción primaria
			1.1.2.8. Promover la diversificación de los sectores económicos del Estado
		1.1.3 Desarrollar la minería en el Estado	1.1.3.1. Promover espacios de articulación minera de análisis de minerales para fortalecer a la pequeña y mediana minería
			1.1.3.2. Impulsar el desarrollo de prácticas sustentables y sociales
			1.1.3.3. Promover al estado como destino de inversión minera local

Fuente: Elaboración propia con datos del PEDES (2022).

Derivado de lo anterior, el presente proyecto de exploración minera es vinculante con el PEDES a través de las estrategia 1.1.1, la cual, busca incrementar la inversión nacional y extranjera por medio del conocimiento de los recursos minerales de interés económico en el área de estudio, lo que atraerá inversiones para el aprovechamiento de los minerales, coadyuvando así con la estrategia 1.1.2, fortaleciendo las cadenas productivas a través de la creación de proyectos que generen valor a la producción primaria, promoviendo de igual forma una diversificación de los sectores económicos en la región y principalmente, con la estrategia 1.1.3 Desarrollar la minería en el Estado, proceso que inicia con el conocimiento del recurso mineral a través de la exploración.

III.I.5 Plan Municipal de Desarrollo de Tamazula, Durango

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD 2023-2025) es el instrumento mediante el cual el municipio de Tamazula elabora sus ejes y programas para guiar y vincular las acciones a realizar, manifestando la visión gubernamental y la priorización de las necesidades que deben atenderse en el mediano y largo plazo, mediante los objetivos, estrategias y líneas de acción. En este sentido, el PMD de Tamazula se conforma por los siguientes ejes:

1. Paz social
2. Bienestar para todos
3. Desarrollo económico
4. Gobierno igualitario
5. Gobierno honesto
6. Desarrollo sustentable

Además, el PMD integra cinco políticas sectoriales para los problemas públicos identificados:

1. Seguridad
2. Política social
3. Crecimiento económico
4. Gobernanza y rendición de cuentas
5. Sostenibilidad

Si bien la actividad minera no está expresamente plasmada en el PMD, su vinculación con él se encuentra implícita en el Eje 3. Desarrollo económico, siendo uno de sus objetivos: 1. Desarrollo local dinámico e innovador, que busca promover la inversión y el empleo en el municipio, mediante el fortalecimiento del mercado interno, con mayor énfasis en la producción local. El objetivo estratégico de este componente busca promover el acceso a mercados para aquellos productores que integren la red económica local, capaz de incidir en el perfeccionamiento de las cadenas de producción, distribución y comercialización, así como en la generación de empleos y en la articulación regional de unidades económicas en los procesos de desarrollo. En este sentido, en la Tabla 14 se muestran las estrategias y líneas de acción vinculadas al presente proyecto.

Tabla 14. Vinculación al proyecto con respecto al PMD de Tamazula, Durango.

Eje	Objetivo	Estrategia de Acción	Objetivo General	Líneas de Acción
3. Desarrollo Económico	1. Desarrollo local dinámico e innovador	Impulsar la generación de proyectos para el desarrollo municipal y la creación de empleos mediante un enfoque social y garantizando la conservación del medio ambiente de los recursos naturales	Promover e impulsar una mayor captación de inversión productiva como una fuente para la generación de empleos directos e indirectos, propiciando condiciones para el desarrollo y fortalecimiento de la cultura emprendedora	a) Fomento a la vinculación institucional para la innovación y gestión del conocimiento: Impulsar la formación de alianzas entre los sectores privado, laboral y académico para evaluar y orientar continuamente la pertinencia de planes de estudio desde la perspectiva del empleo, evitando la obsolescencia educativa y facilitando la incorporación de las personas calificadas al trabajo.
				b) Organización para la producción e infraestructura para el mejoramiento de la economía local: Promover la constitución de figuras asociativas que permitan una mejor organización y la figura jurídica apropiada para emprender acciones de desarrollo social, económico y ambiental.
				c) Promoción al desarrollo del mercado interno: Diseñar e implementar procesos para promover el consumo de productos cultivados y/o procesados en nuestro municipio fomenten la identidad local y preserven el autoempleo y empleo para atender las necesidades de nuestro mercado interno.
				d) Fomento del desarrollo energético sustentable y propulsor del progreso: -Promover e incentivar el ahorro energético formando comunidades con conciencia social, ambiental y responsabilidad presupuestal. -Incentivar y fomentar la instalación de calentadores solares y estufas ecológicas que generen ahorro energético y económico, disminuyendo la contaminación y riesgos a la salud y la vida.

Fuente: Elaboración propia con datos del PMD (2023).

El desarrollo del proyecto de exploración minera, en caso de resultar con valores atractivos para la inversión, sería el primer eslabón en la cadena productiva asociada a la actividad minera, la cual, a mediano o largo plazo, según las etapas y requerimientos de la misma, podría requerir alianzas estratégicas con sectores académicos y laborales. Asimismo, la implementación de infraestructura como vías de comunicación y servicios sería una condición necesaria en etapas de explotación y beneficio de mineral, lo cual beneficiaría a las comunidades cercanas, además de impulsar la economía local a través de la adquisición de productos y servicios de la región.

III.I.6 Plan Municipal de Desarrollo de Badiraguato, Sinaloa

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD 2024-2027) es un instrumento de planeación integral que orienta las acciones de gobierno en torno a la mejora de la calidad de vida, el impulso al desarrollo económico, la eficiencia de los servicios públicos y el fortalecimiento de la seguridad en las diversas sindicaturas y comunidades del municipio.

Este plan articula los esfuerzos del gobierno municipal en torno a seis ejes rectores que orientan la gestión pública. Estos ejes permiten ordenar y alinear políticas, programas y proyectos en beneficio de la población del municipio.

1. Bienestar social
2. Desarrollo económico
3. Servicios públicos de calidad
4. Desarrollo rural urbano y medio ambiente
5. Gobierno eficiente y transparente
6. Orden y seguridad

El vínculo del presente proyecto de exploración con el PMD de Badiraguato se da a través del Eje 2. Desarrollo económico, cuyo objetivo es impulsar un modelo incluyente y sostenible, con enfoque territorial, que fortalezca las capacidades productivas del municipio, fomentando la inversión, la generación de empleos dignos, la ejecución de obras de infraestructura estratégica, el emprendimiento local y la diversificación de las actividades económicas. Asimismo, facilitar la vinculación para el acceso al financiamiento de pequeñas y medianas empresas, promover la creación de nuevas unidades productivas y realizar las acciones necesarias para promover a Badiraguato para que acceda al nombramiento de Pueblo Mágico, como reconocimiento a su riqueza cultural, natural e histórica y como parte de una estrategia integral para detonar el desarrollo turístico del municipio. En la Tabla 15 se presentan las acciones encaminadas al incremento de la actividad económica del municipio, asociadas al presente proyecto de exploración.

Tabla 15. Vinculación al proyecto con respecto al PMD de Badiraguato, Sinaloa.

Eje	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
2. Desarrollo económico	Impulsar un modelo de desarrollo económico incluyente	Incremento de la actividad económica del municipio	-Ejecutar proyectos y programas de desarrollo económico, en compañía del gobierno del Estado. -Promover la creación de nuevas unidades económicas en los sectores primarios como agricultura, ganadería y acuicultura -Incentivar el emprendimiento en distintos sectores

Fuente: Elaboración propia con datos del PMD (2024).

Si bien la actividad minera no se encuentra explícitamente en el PMD de Badiraguato, su ejecución se circunscribe al objetivo del Eje 2, que busca impulsar un desarrollo económico incluyente. En ese sentido, el conocimiento geológico y minero de la región que se obtenga del desarrollo del proyecto podría atraer inversión nacional o extranjera en función de las concentraciones de minerales económicos de interés, promoviendo así la creación de nuevas fuentes de empleo e impulsando la economía local mediante la adquisición de productos y servicios necesarios durante la ejecución del proyecto.

III.II Leyes Ambientales

III.II.1 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Con base en la normatividad regulatoria de gestión ambiental, el presente proyecto contempla actividades de exploración minera, motivo por el cual, se sujetará a las disposiciones estipuladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual decreta en el Artículo 5 fracciones II, X y XIV las facultades que tiene la Federación, considerando las regulaciones de acciones para preservar, restaurar el equilibrio ecológico, protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal; así como, la evaluación de impacto ambiental de las obras o actividades referidas en el Artículo 28 y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, al igual, que la regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación con la finalidad de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente; además, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, establece en el Artículo 32 bis, fracción XI, que otorga a la SEMARNAT atribuciones para evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado, además de resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica.

En este contexto, de acuerdo con lo estipulado previamente y concerniente a la naturaleza del proyecto que contempla actividades de exploración, la LGEEPA promulga en el Artículo 28 fracción III que actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en términos de la Ley de Minería y Reglamentaria del Artículo 27 constitucional; en este marco, las sustancias de interés que motivan la realización del proyecto son atribuibles a la nación.

Es importante mencionar que, en el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA (REIA), se hace referencia a las obras y actividades que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental, enfatizando el Artículo 5, inciso L) fracciones I, II y III, como las actividades características ambientales contempladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, en este marco, los barrenos programados, se encuentran en superficies que presentan vegetación de bosque de pino (44), bosque de encino (15), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino (1; INEGI 2021a), por lo que se alinea a las exclusiones de evaluación, Sin embargo, de acuerdo con los datos vectoriales de la carta climática elaborada a partir del análisis de la clasificación climática de Köppen (CONABIO, 1998), modificada por (García, 2004), el área del proyecto en donde se programaron los sitios de barrenación se encuentra en un tipo de clima semicálido subhúmedo del grupo C con claves (A)C(w_1), siendo esta la última, la que definió que no se alinea a las características ambientales contempladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, por lo que su evaluación se presentará en la modalidad de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y seguirá las especificaciones estipuladas en los artículos 30, 34 fracción I, 35, 35 bis-1, 35 bis-2 de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

III.III Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices características o prescripciones aplicables a un producto, proceso e instalación, entre otros, así como a su cumplimiento o aplicación. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2021).

Considerando que el proyecto realizará actividades de exploración directa, las cuales requerirán la preparación de la superficie del terreno en los sitios de interés para la instalación del equipo de perforación, así como la identificación de vías de acceso para el traslado de maquinaria, equipo, víveres y personal, considerando que el proyecto se desarrollará en zona de bosque de pino, bosque de encino, y zonas con fase secundaria arbustiva de bosque de encino-pino dentro de la Sierra Madre Occidental, la presencia de flora y fauna será un factor importante a considerar durante el período de tiempo que dure el proyecto, razón por la cual, las obras y actividades se sujetarán a las normas presentadas en la Tabla 16, cabe destacar que, el listado normativo es de carácter informativo y no limitativo, ya que, también, se considerarán normas relacionadas con la seguridad e higiene para el personal encargado de la ejecución del proyecto y cualquier otra necesaria para procurar la protección ambiental y adecuado cierre de las actividades.

Tabla 16. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto de exploración.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
NOM-120-SEMARNAT-2020. Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque de coníferas o encinos, publicada en el DOF el 11 de noviembre de 2020.	Esta Norma es aplicable al proyecto, ya que constituye la base para el cálculo de áreas y superficies que se emplearán en el acondicionamiento de planillas de barrenación y en las medidas aplicables de protección ambiental.
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. Modificación publicada en el DOF el 04 de marzo de 2020.	Mientras duren las actividades de exploración, y en caso de encontrarse con especies protegidas por esta Norma, se tendrá cuidado de identificar y proteger a los individuos observados durante los trabajos. Asimismo, se enlistaron las especies reportadas del área de estudio y se anexaron sus fichas técnicas de identificación y distribución.

Fuente: Elaboración propia a partir de Normas Oficiales Mexicanas.

III.IV Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

A partir del análisis geoespacial del SA, se identificó que, en el área La Soledad no incide ningún Área Natural Protegida (CONANP, 2026); sin embargo, con base en el análisis de los datos vectoriales obtenidos de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS; CONABIO, 2008, 2011, 2015), dentro de ésta se localizan las siguientes áreas de importancia ambiental: 1) **RHP 20 - Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya** (Figura 15); 2) **RTP 24 - Río Humaya** (Figura 16) y 3) **AICA 237 - Pericos**, y **255 -Corredor de Barrancas de la Sierra Madre Occidental** (Figura 17). A continuación, se describen sus características principales.

III.IV.1 Región Hidrológica Prioritaria

- **20 – Cuenca alta de los Ríos Culiacán y Humaya**

Se localiza al oriente del estado de Sinaloa y al poniente del estado de Durango, tiene una extensión de 10,367.54 km^2. Sus recursos hídricos principales lénticos son: presas (Adolfo López Mateos y Sanalona), pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de río abandonados. Sus recursos hídricos principales lóticos son: ríos (Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato) y arroyos.

En materia de biodiversidad, la RHP presenta vegetación riparia: bosque tropical caducifolio, de abetos, de encino, de pino-encino y manchones de mesófilo. En cuanto a la ictiofauna característica, se identificaron las siguientes especies: *Awaous transandeanus* (gobio reticulado), *Dorosoma smithi* (sardina norteña), *Hyporhamphus rosae* (pajarito californiano), *Poeciliopsis latidens* (guatopote del fuerte), entre otros. Respecto a los endemismos, en peces destaca el *Poeciliopsis monacha* (guatopote del mayo); en aves se tienen *Euptilotis neoxenus* (quetzal orejón) *y Rhynchopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana occidental), respectivamente. En cuanto a las especies amenazadas, los peces *Campostoma ornatum* (rodapiedras mexicano), *Oncorhynchus chrysogaster* (trucha dorada mexicana) y *Lutra longicaudiss* (la nutria de río).

Las problemáticas identificadas en la RHP se relacionan con tres aspectos, 1) Modificaciones del entorno: por la construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riesgo, además de la explotación forestal, deforestación acelerada, construcción de carreteras, desmontes y desvío de corrientes; 2) Contaminación: Por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de residuales; y 3) Uso de recursos: especies introducidas como *Eichhornia crassipes* (lirio acuático sudamericano), *Macrobrachium rosenbergii* (langostino), *Micropterus salmoides* (lobina negra), *Oreochromis aureus* (tilapia azul), y *Rana catesbeiana* (rana toro; CONABIO, 2017a).

III.IV.2 Región Terrestre Prioritaria

- **24 – Río Humaya**

Se localiza al oriente de los municipios de Badiraguato y Culiacán; Sinaloa, y al poniente de Tamazula; Durango, abarcando un área de 2,064 km^2. Se caracteriza por ser una zona de transición entre selva mediana y bosque templado, con bosques de pino; entre las especies destacan *Pinus durangensis* (pino de Durango) y *Pinus cooperi* (pino de Arizona). La vegetación se configura a lo largo del cauce del Río Humaya. Los tipos de vegetación que contiene esta región son selva baja caducifolia, bosque de encino y de pino-encino.

Los tipos de clima corresponden al cálido subhúmedo y al semicálido, templado subhúmedo, donde el primero se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor de 22 °C, mientras que, el segundo, presenta una temperatura media anual mayor a 18 °C. La precipitación media anual del clima cálido subhúmedo es de 500 a 2,500 mm y la precipitación del mes más seco es entre 0 y 60 mm; para el caso de la precipitación anual del clima semicálido, templado subhúmedo, corresponde al rango entre 500 y 2,500 mm y una precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm.

Como problemática ambiental, se ha detectado la sobreutilización del bosque templado y la pérdida de selva baja caducifolia a ritmo acelerado debido a prácticas de explotación forestal inadecuadas, lo que ha propiciado que los felinos sean afectados por la alteración de su hábitat (CONABIO, 2017b).

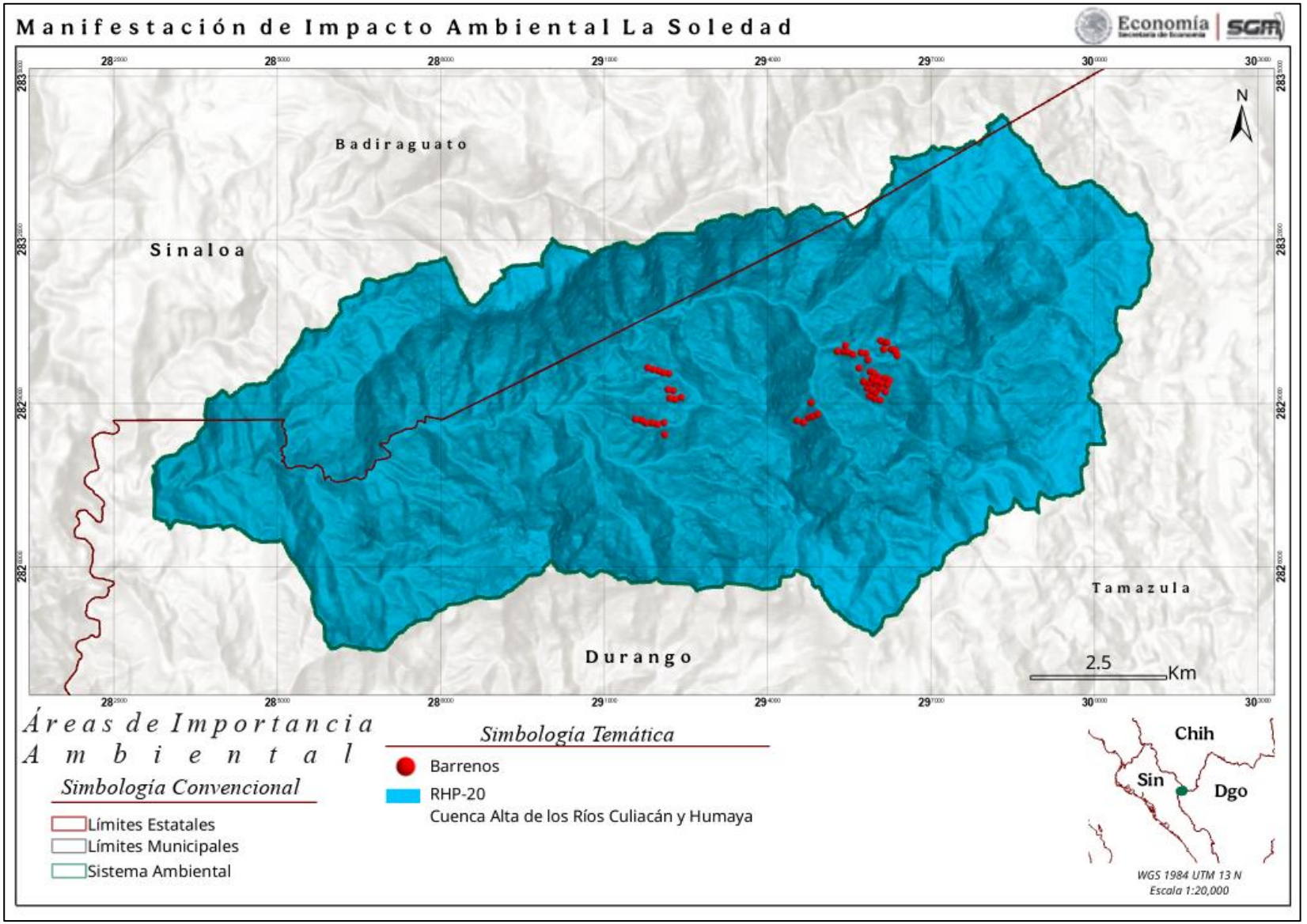


Figura 15. RHP 20 - Cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya.
Fuente: Elaboración propia con datos de (CONABIO, 2011).

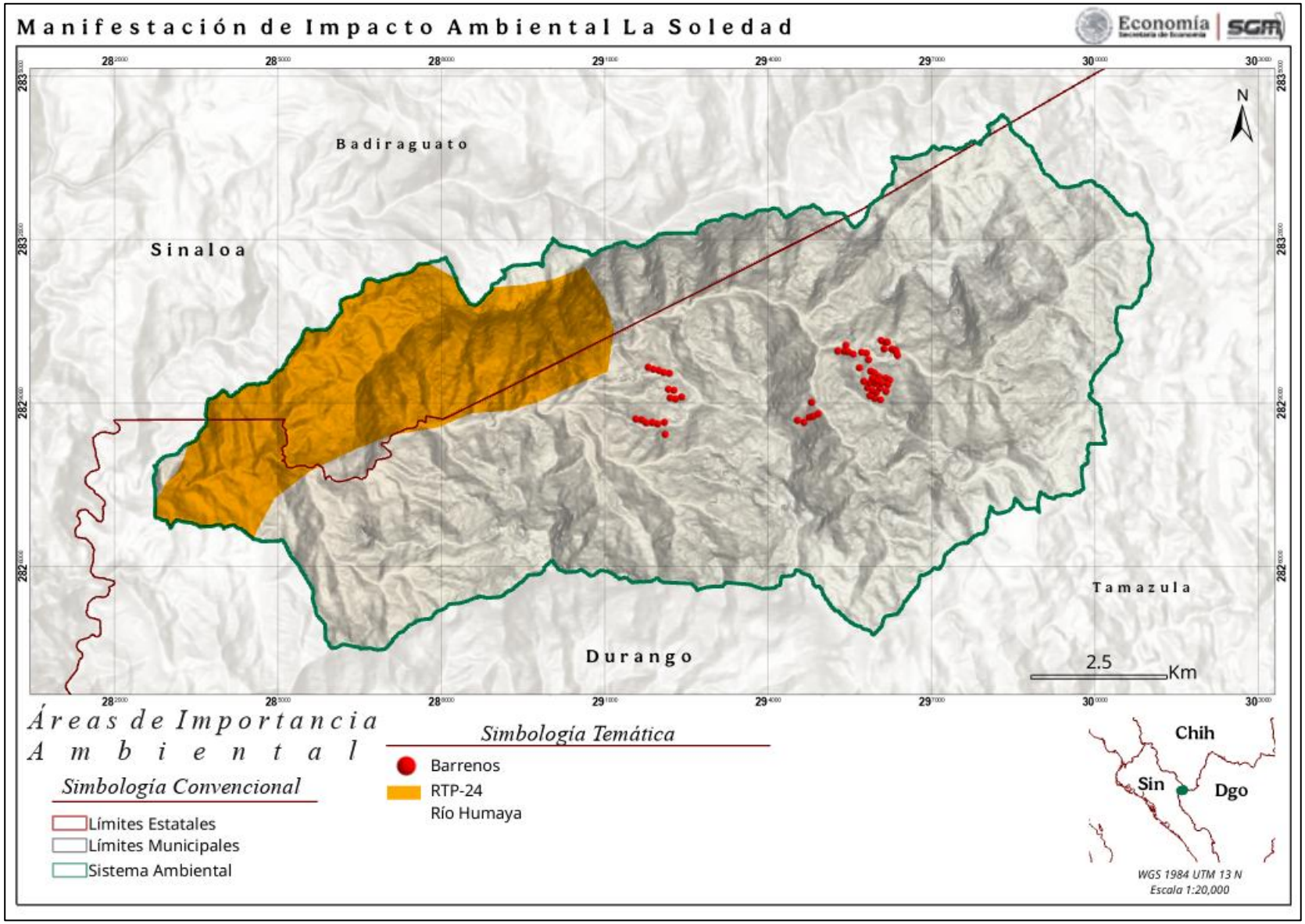


Figura 16. RTP 24 - Río Humaya
Fuente: Elaboración propia con datos de (CONABIO, 2008).

III.IV.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las AICA identifican hábitats vitales necesarios para la reproducción, alimentación y descanso de la biodiversidad aviar, especialmente de especies prioritarias, y actúan como indicadores de la salud del ecosistema; además, funcionan como una red de conservación para especies amenazadas o endémicas, protegiendo hábitats esenciales y la biodiversidad en general. Para el área de estudio se localizaron dos AICAS: Pericos y Corredor de Barrancas de la Sierra (Figura 17).

- **237 – Pericos**

Se localiza en la zona limítrofe de los estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua; ésta posee una superficie de 2,578.13 km^2 y cuenta con un listado de 244 especies de aves, entre ellas *Ara militaris* (guacamaya verde), quien con base en la NOM-59-SEMARNAT-2010 se encuentra en peligro de extinción; de igual manera se encuentra *Tilmatura dupontii* (colibrí cola pinta), quien se encuentra en estatus de Amenaza. Asimismo, algunas especies se encuentran sujetas a protección especial, tal es el caso de *Passerina ciris* (colorín sietecolores), y de *Forpus cyanopygius* (periquito catarino), quien a su vez está considerado como una especie endémica, es decir, que solo se distribuye en México (CONABIO, 2015a).

- **255 – Corredor de Barrancas de la Sierra Madre Occidental**

Se trata de un conjunto de seis de las barrancas más profundas y desconocidas biológicamente de Norte América, el cual es el mayor sistema de barrancas del mundo. Abarca desde la porción noreste del estado de Sinaloa, hasta el suroeste del estado de Chihuahua, con una extensión de 24,642.54 km^2. Es una región de gran importancia por su riqueza biológica, y su variedad de ecosistemas. Desde el punto de vista hidrológico, el AICA es de gran importancia, pues es la zona de recarga de acuíferos de la cuenca del Río Fuerte.

El AICA 255 cuenta con un total de 334 especies de aves, entre ellas *Haliaeetus leucocephalus* (águila cabeza blanca), quien según la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en peligro de extinción; de igual manera algunas especies se encuentran bajo el estatus de Amenaza, tal es el caso de *Anas diazi* (pato mexicano) y *Euptilotis neoxenus* (quetzal orejón), quien en este caso en particular, también está considerado como una especie cuasi endémica, es decir, que se distribuye principalmente en México, pero una pequeña parte de su distribución está fuera del país. Asimismo, algunas especies se encuentran sujetas a protección especial, tal es el caso de *Ictinia mississippiensis* (milano de Mississippi) y *Accipiter striatus* (gavilán pecho canela; CONABIO, 2015b).

En términos generales, las áreas de importancia ambiental (RHP, RTP y AICA) se consideran instrumentos informativos que contribuyen al conocimiento físico y biótico de las áreas de relevancia ambiental, proporcionando un diagnóstico general del estado de sus ecosistemas y de la problemática que presentan, y señalando que no regulan ni limitan las actividades económicas que se desarrollan dentro de ellas. En este sentido, el desarrollo del proyecto La Soledad no generará desequilibrio ecológico en la región, debido al carácter puntual de las planillas, asociado a las buenas prácticas de operación y al cuidado del ambiente.

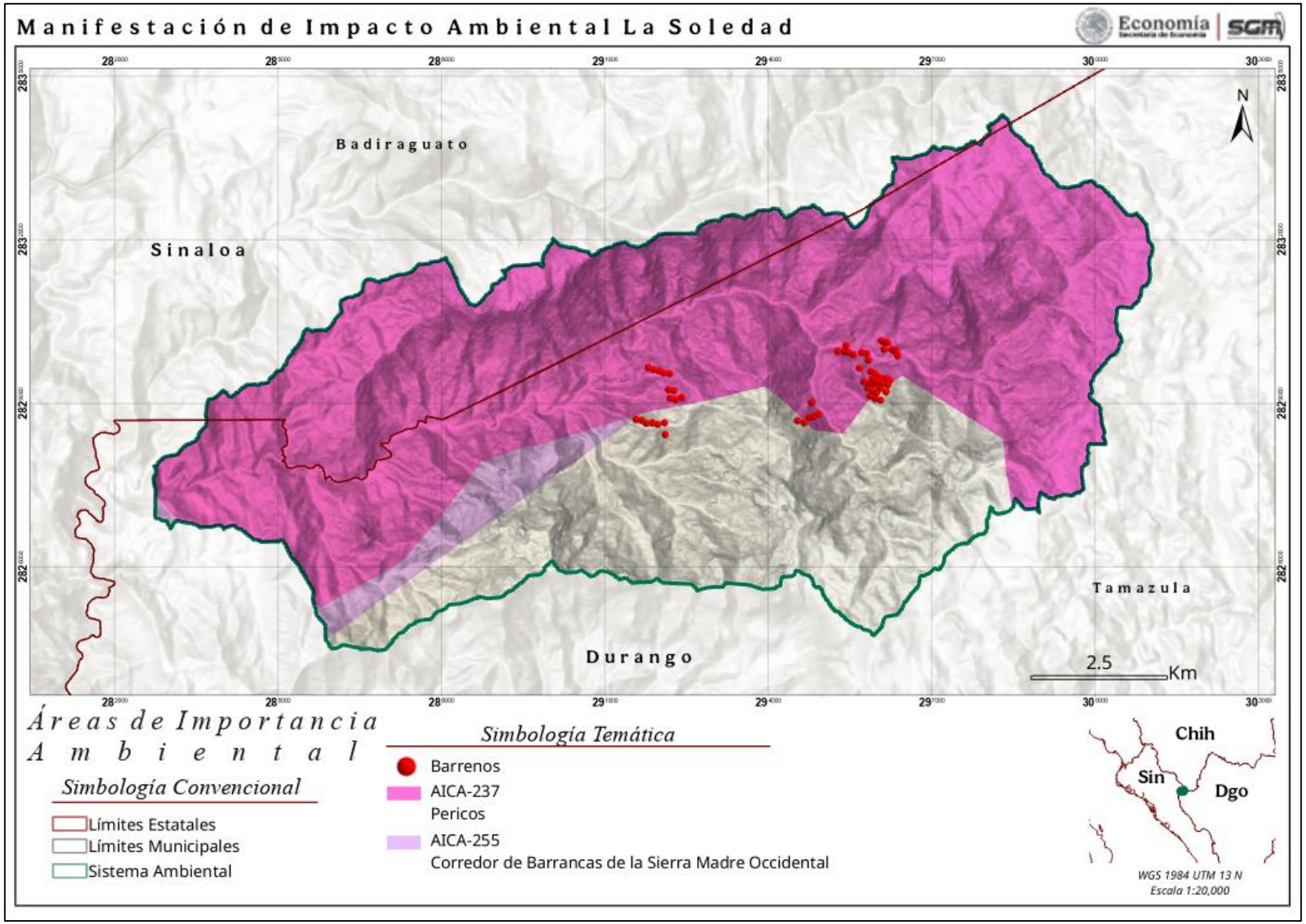


Figura 17. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en el SA.
Fuente: Elaboración propia con datos de (CONABIO, 2015c).

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

IV.I Delimitación del área de estudio

En el marco conceptual del Sistema Ambiental (SA) establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022), el SA es un espacio finito definido en función de las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de una región, y está formado por un conjunto de ecosistemas cuya dinámica resulta relevante para la evaluación del impacto potencial de un proyecto. Por lo anterior, es importante señalar que una microcuenca permite capturar la integridad de dichas interacciones, derivada de un análisis hidrológico, dado que esta unidad territorial contiene la expresión espacial de los flujos hídricos superficiales, la conectividad ecológica, la distribución de la vegetación, la interacción edáfica y los patrones de ocupación humana.

La delimitación del SA (Figura 18) debe realizarse considerando la interacción esperada entre el proyecto y los ecosistemas involucrados, sin fraccionar artificialmente estos últimos salvo que la dinámica antropogénica lo justifique. La metodología hidrológica implementada en ArcGIS Pro 3.5 garantiza que la unidad espacial considerada, la microcuenca, incorpore la uniformidad y la continuidad de procesos como la escorrentía, la infiltración, la conectividad biológica y la provisión de servicios ecosistémicos. En este sentido, la microcuenca responde funcionalmente a los principios que rigen la definición del SA: la integración de componentes, la delimitación natural del territorio y la relevancia ambiental en términos espacio-temporales.

La utilización de esta metodología no solo aporta rigurosidad técnica y replicabilidad científica, sino que también fortalece la validez ambiental y normativa del estudio, al ajustarse a los lineamientos establecidos para la delimitación del SA en evaluaciones ambientales reguladas por la legislación mexicana vigente. La precisión obtenida con esta técnica es esencial para la toma de decisiones informadas en la gestión ambiental y territorial, lo que asegura que el proyecto interactúe de manera responsable con los procesos naturales y sociales del territorio.

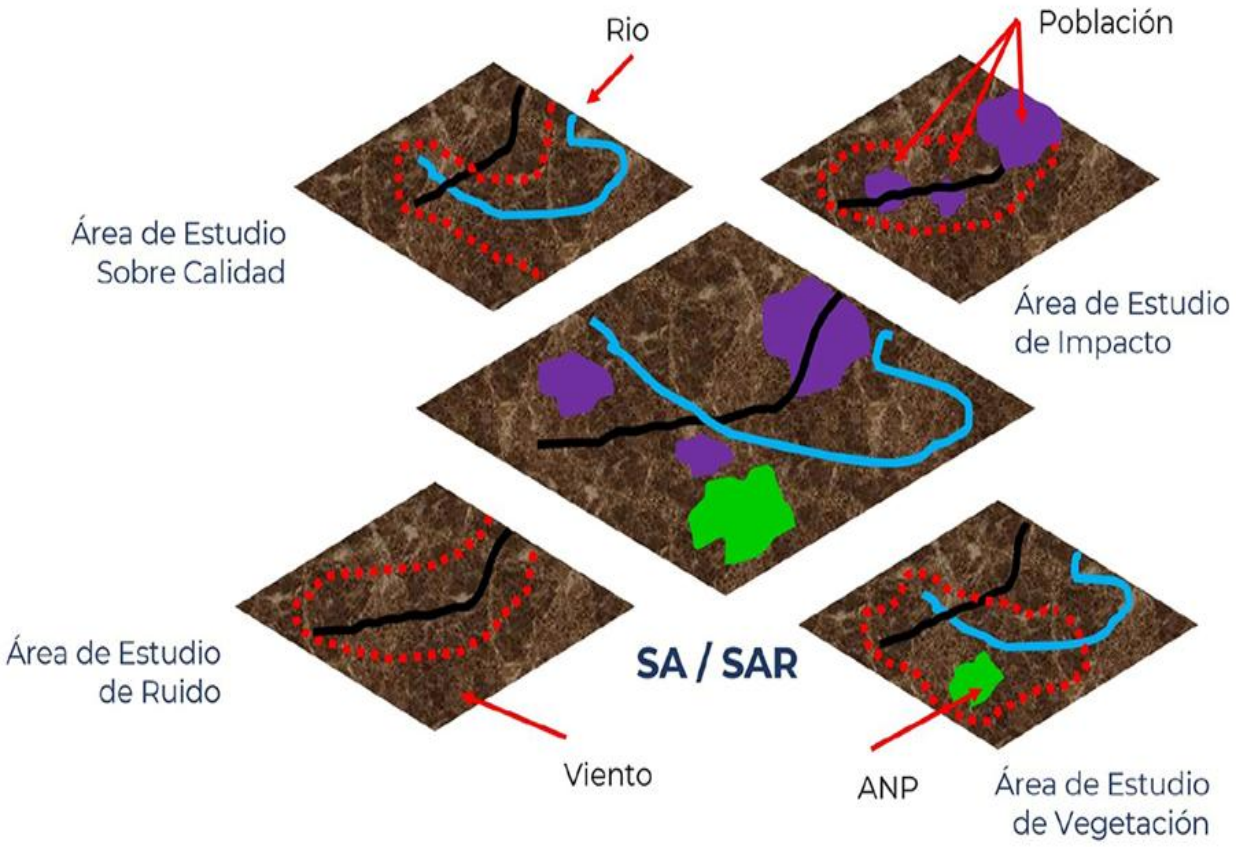


Figura 18. Ejemplo de elementos a considerar para la delimitación de un Sistema Ambiental (SA) o de un Sistema Ambiental Regional (SAR).
Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT (2022).

Tomando como punto de partida el Continuo de Elevación Mexicano (CEM) de 15 m de resolución del INEGI (2025b) se realizó un análisis para eliminar irregularidades que podrían afectar el cálculo del flujo de agua. Posteriormente, se realizaron análisis hidrológicos en el software ArcGIS Pro 3.5 para identificar las zonas donde se concentra el flujo de agua. Finalmente, se delinearon las cuencas hidrológicas, estableciendo las áreas que contribuyen al drenaje hacia puntos específicos del terreno (Figura 19; González-Orozco et al., 2020).

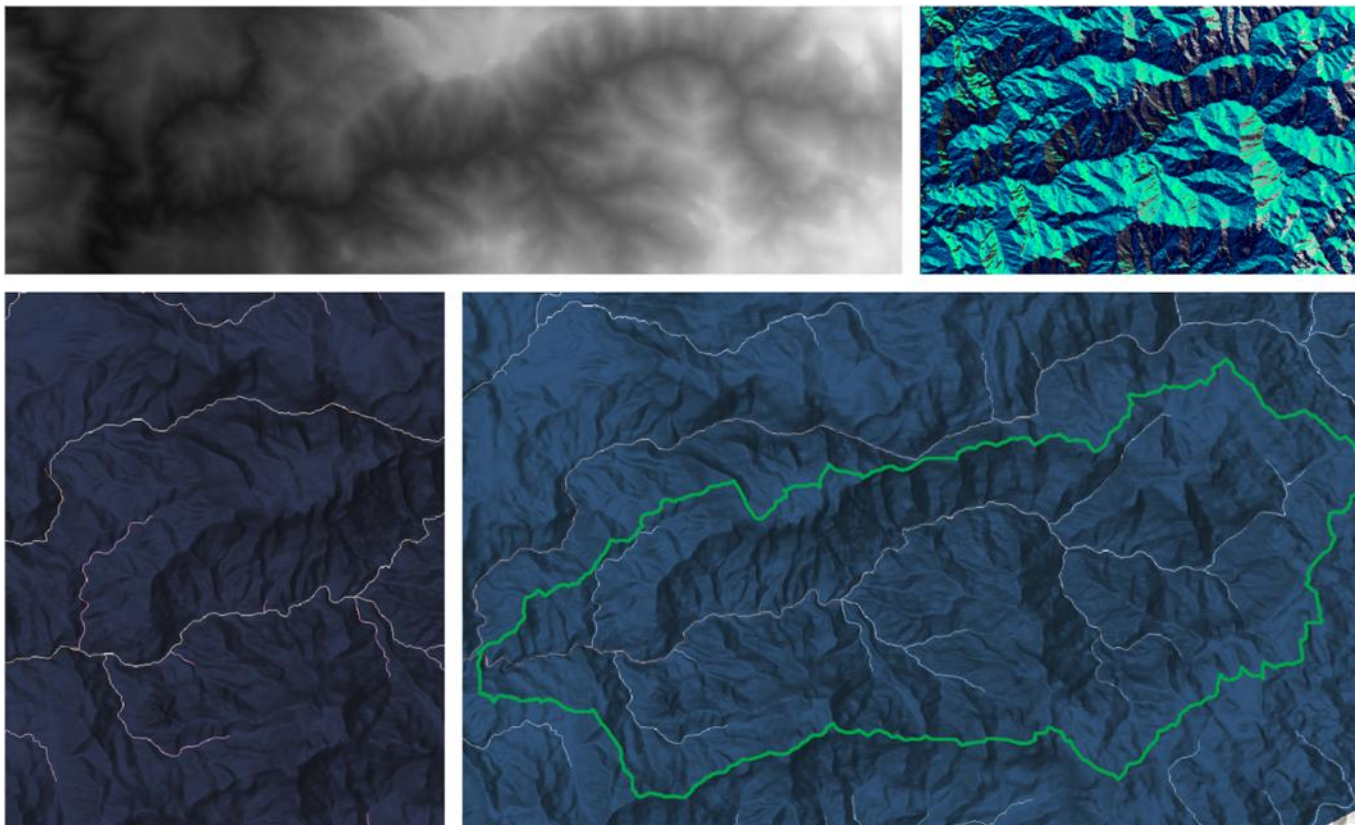


Figura 19. Delimitación del SA mediante los procesos de hidrología de ArcGIS Pro.
Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2025b).

Como resultado del análisis hidrológico descrito previamente, se delimitó el SA con una superficie total de 10,251.98 ha (Figura 20), ubicado entre los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango. Esta delimitación responde no solo a criterios geomorfológicos y funcionales, sino que también se alinea con los principios del SA establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022), los cuales promueven una visión integrada del territorio que considera las interacciones dinámicas entre los componentes físicos, naturales y sociales. En este sentido, se destaca la importancia de la microcuenca, ya que constituye una unidad ambiental coherente, fundamental para entender los procesos ecológicos y las interacciones antrópicas que moldean el paisaje (González-Orozco et al., 2020). Además, la delimitación y análisis efectuados se encuentran en plena congruencia con la normatividad ambiental mexicana, particularmente con los lineamientos establecidos en el marco del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2000), lo cual fortalece la pertinencia y la legitimidad técnica del estudio realizado.

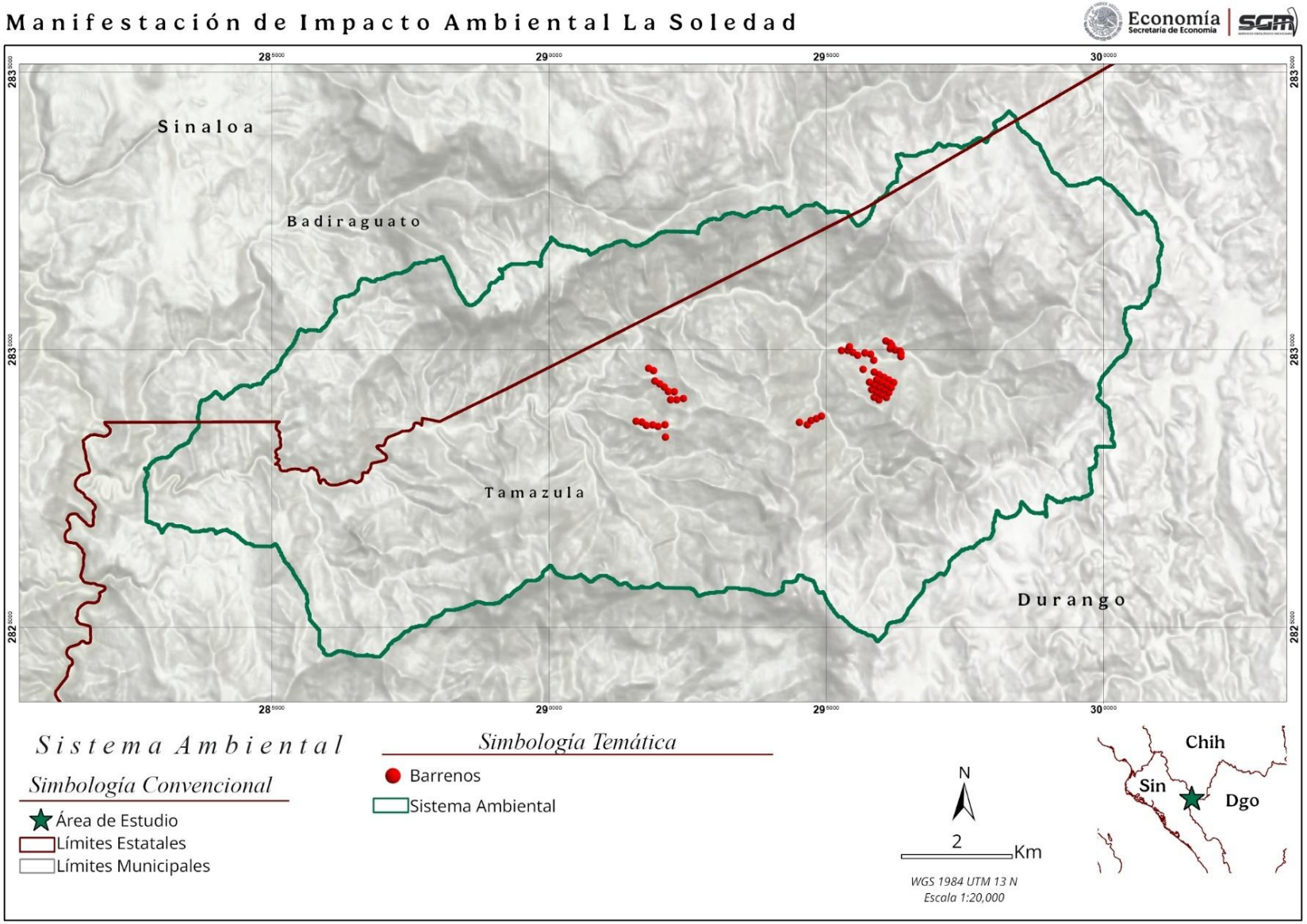


Figura 20. Mapa de delimitación del SA.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2024b) y SGM (2025).

IV.II Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.II.1 Aspectos abióticos

IV.II.1.1 Clima

A partir de los datos vectoriales de la carta climática publicada por CONABIO (1998), elaborada a partir del análisis de la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), se identificó que dentro del SA se encuentran cuatro unidades climáticas (Figura 21), dos corresponden al semicálido subhúmedo del grupo C con claves (A)C(w_0) y (A)C(w_1) y las dos unidades restantes son templado subhúmedo C(w_2)x' y cálido subhúmedo Aw_0, mismas que a continuación se describen con apoyo del Diccionario Climáticos del INEGI (2021b), debido a que no existe una guía para la interpretación de datos climáticos por parte de la CONABIO.

- *Clima semicálido subhúmedo (A)C(w_0)*

Este tipo de clima corresponde al grupo de los cálidos, con una temperatura media del mes más frío mayor a 18 °C y temperatura media anual mayor a 18 °C, el subgrupo de esta unidad corresponde al semicálido de los templados, caracterizado por presentar una temperatura media anual <18 °C, y en el mes más cálido es mayor a 22 °C. El régimen de lluvias es de verano, donde el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año, la precipitación del mes más seco es menor a 40 mm y tiene un cociente de precipitación entre temperatura (P/T) de 43.2, lo que indica que es el menos húmedo. En cuanto al porcentaje de lluvia invernal corresponde de 5 al 10.2% del total anual.

- *Clima semicálido subhúmedo (A)C(w_1)*

Esta unidad corresponde al grupo de los cálidos, con una temperatura media anual mayor a 18 °C, presenta una temperatura media del mes más frío menor a 18 °C, en contraste el mes más caluroso es mayor a 22 °C. El subgrupo pertenece a los semicálidos de los templados, el régimen de lluvia corresponde al subhúmedo, caracterizado por un régimen de lluvia en verano y escaso todo el año o de invierno, la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm; tiene un grado de humedad media y un índice P/T entre 43.2 y 55, presenta un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10% anual.

- *Clima templado subhúmedo C(w_2)x'*

Esta unidad corresponde al grupo de los templados, donde la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, en el mes más fríos es entre -3 y 18 °C, en contraste en el mes más cálido es <22 °C. Se conforma por un subtipo más húmedo el cual tiene un valor de 55 de cociente de la precipitación entre la temperatura. Este tipo de clima tiene un régimen de lluvias de verano, escaso todo el año o de invierno, el mes más seco tienen valores menores de 40 mm y el porcentaje de precipitación invernal es mayor al 10.2% del total anual.

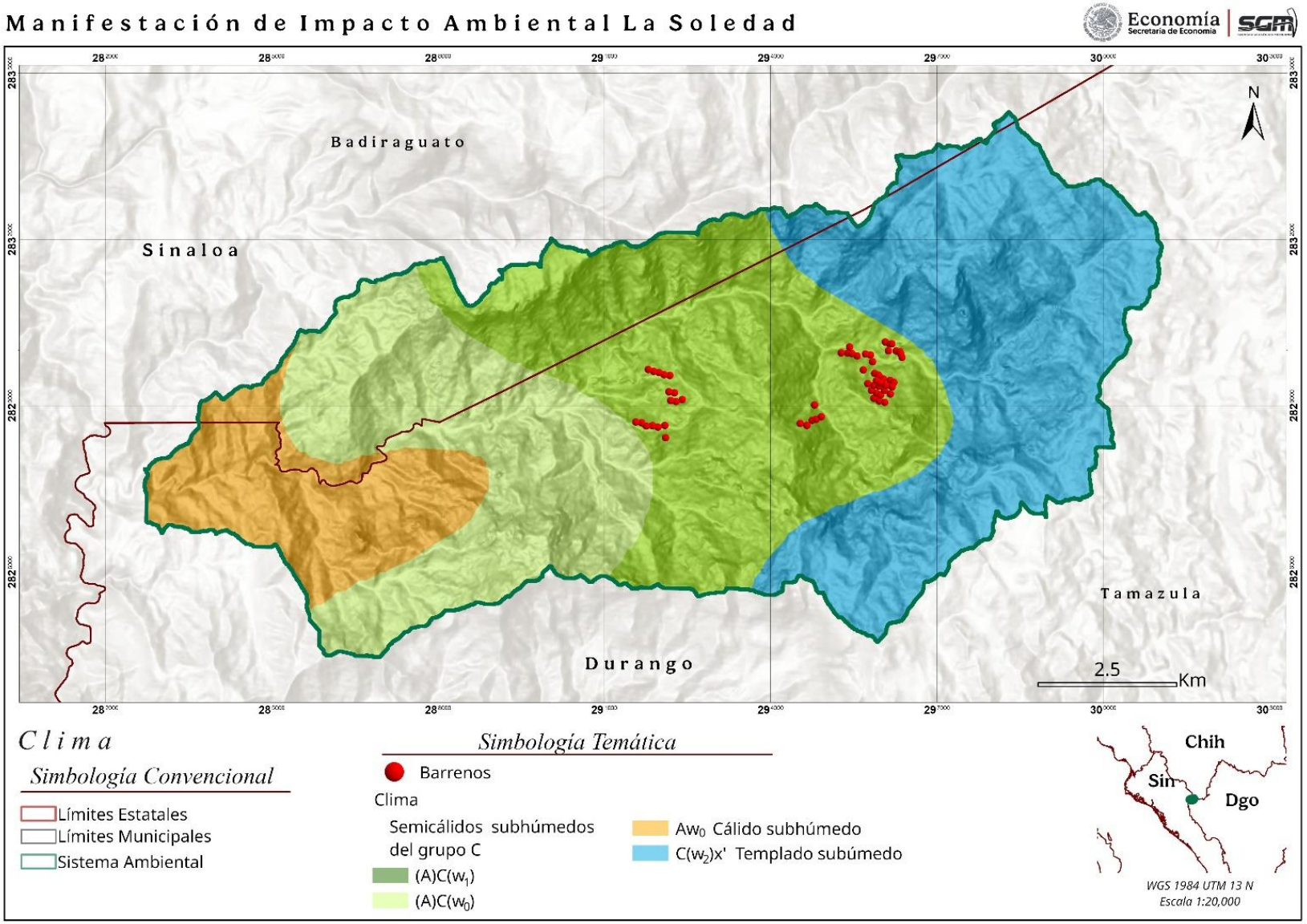


Figura 21. Unidades climáticas presentes en el área de interés.
Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (1998).

❖ *Clima cálido subhúmedo (Aw_0)*

Este tipo de clima corresponde al grupo de los cálidos, caracterizados por presentar una temperatura media del mes más frío mayor a 18 °C, así como una temperatura media anual mayor a 18 °C. pertenece a los tipo subhúmedo, caracterizados por que su régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno, por lo que se considera el menos húmedo de los subhúmedos, con un régimen de lluvias de verano, donde el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, el porcentaje de lluvia invernal va del 5 al 10.2% del total anual y se caracteriza por un valor de 43.2 del cociente de la precipitación entre la temperatura.

a) Temperatura

Con base en la información del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA-SMN, 2026a), se identificaron a un radio de 38 km del SA las estaciones La Huerta con clave 10037 y Guatenipa con clave 25041, pertenecientes a los municipios de Topia, Durango y Badiraguato, Sinaloa, respectivamente. La estación La Huerta se encuentra al sureste del SA a una distancia lineal de 38 km, mientras que la estación Guatenipa se localiza al suroeste del SA a 22 km en línea recta.

Los datos históricos de las estaciones cercanas al SA, permitieron analizar las variables de temperatura y precipitación de un período de 45 años (1970-2015; Tabla 17), identificando que el promedio anual de la temperatura media mensual corresponde a 24.8 °C en la estación 10037 La Huerta y de 26.17 °C en la estación 25041 Guatenipa; con respecto al promedio de temperatura máxima anual, los datos corresponden a 31.8 y 34.5 °C; y en contraste, los datos del promedio anual de la temperatura mínima mensual para ambas estaciones es de 17.8 y 17.7 °C, respectivamente.

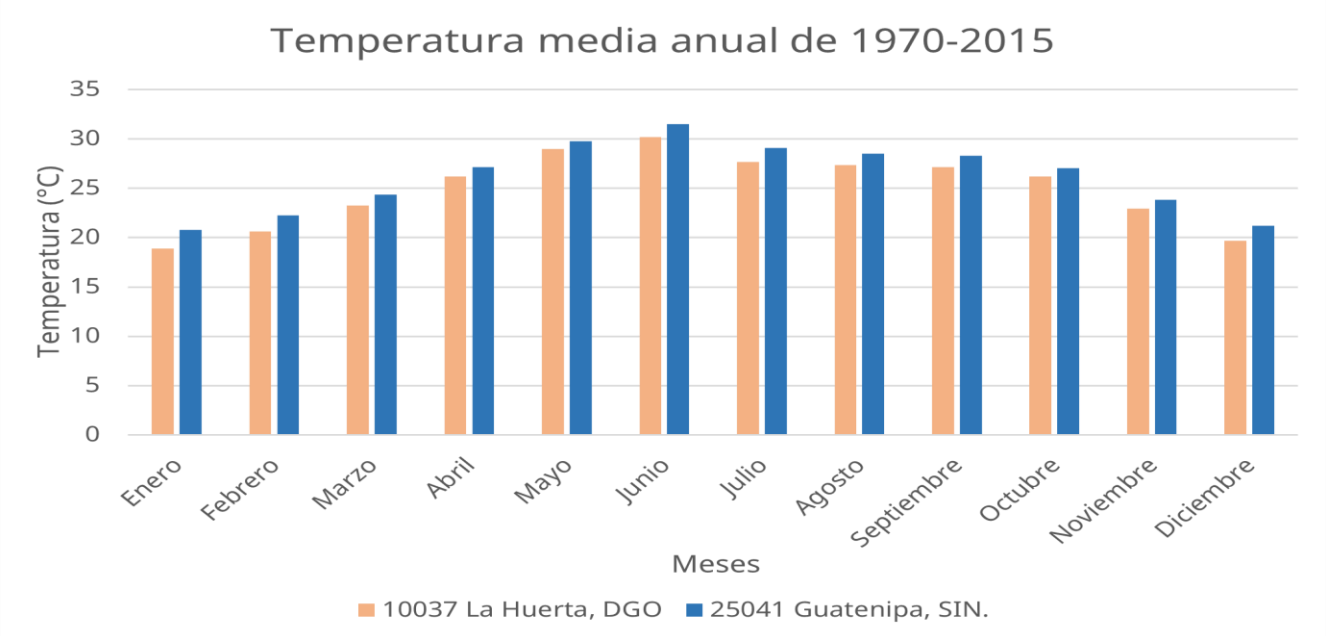
Tabla 17. Promedio de temperaturas media, mínima y máxima mensual y promedio anual del período (1970-2015), de estaciones con datos históricos al SA.

Clave y nombre de la estación climatológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
Temperatura media mensual													
10037 La Huerta, DGO.*	18.9	20.6	23.2	26.2	28.9	30.2	27.6	27.3	27.1	26.1	22.9	19.67	24.8
25041 Guatenipa, SIN.*	20.7	22.2	24.3	27.1	29.7	31.4	29.1	28.5	28.3	27.0	23.8	21.2	26.1
Temperatura máxima mensual													
10037 La Huerta, DGO.*	26.2	28.4	31.4	34.2	36.7	36.8	33.2	33.1	33.0	33.0	30.2	26.7	31.8
25041 Guatenipa, SIN.*	29.7	31.9	34.4	37.3	39.4	39.4	35.4	34.7	34.5	35.0	32.7	29.8	34.5

Clave y nombre de la estación climatológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
Temperatura mínima mensual													
10037 La Huerta, DGO.*	11.5	12.8	15.1	18.1	21.3	23.5	22.0	21.5	21.3	19.3	15.7	12.6	17.8
25041 Guatenipa, SIN.*	11.7	12.6	14.2	17.0	20.0	23.5	22.6	22.2	22.1	19.0	14.9	12.5	17.7

Fuente: Elaboración propia con datos de CICESE-CLICOM (2026).
* Nota= SIN= Sinaloa, DGO = Durango.

De los datos obtenidos del promedio mensual de temperaturas medias para un período de 45 años, se identificó que el mes de junio presentó los valores más altos de temperatura media con valores para ambas estaciones (La Huerta y Guatenipa) de 30.21 y 31.49 °C, respectivamente; en contraste, los valores más bajos se presentaron en el mes de enero, siendo de 18.9 y 20.7 °C, en el orden dado. Es así como las temperaturas a inicios de año son de las más bajas y gradualmente se incrementan hasta alcanzar los valores más altos a mediados del año para descender paulatinamente hasta el término del año, tal y como se observa en la (Gráfica 1).



Gráfica 1. Temperaturas medias mensuales del período de 1970-2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de CICESE-CLICOM (2026).

b) Precipitación

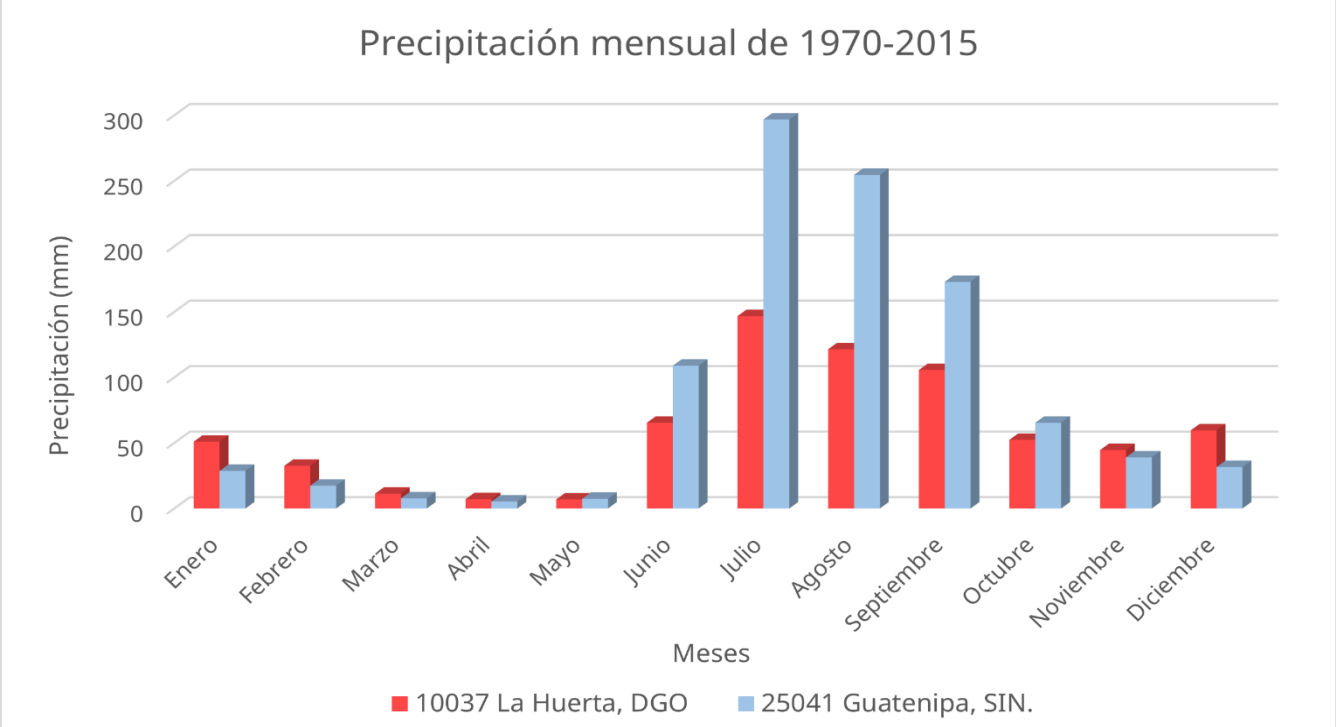
A partir de los datos históricos de precipitación de las estaciones La Huerta (10037) y Guatenipa (25041), se obtuvieron los valores de precipitación media mensual y el valor máximo mensual de precipitación para un período de 45 años (1970-2015), mismos que se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Valores de precipitación media y máxima mensual del período 1970-2015

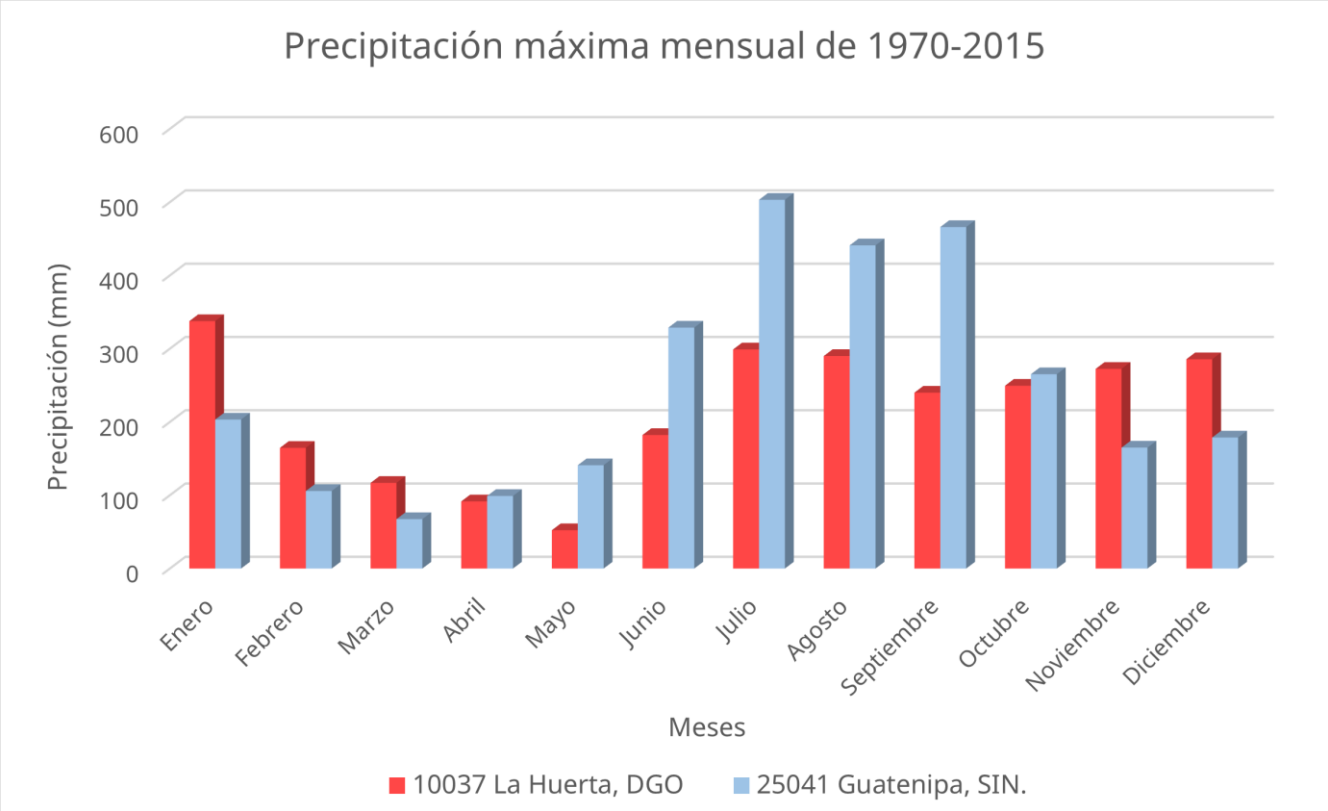
Clave y nombre de la estación climatológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total anual
Precipitación media mensual (mm)													
10037 La Huerta, DGO.*	50.9	32.5	11.2	7.12	6.9	65.4	146.8	121.5	105.6	52.3	44.5	59.6	704.6
25041 Guatenipa, SIN.*	28.7	17.3	7.73	5.28	7.4	108.9	296.8	254.5	172.9	65.4	38.9	31.6	1035.6
Precipitación máxima mensual (mm)													
10037 La Huerta, DGO.*	337.6	164.7	116.9	91.6	52.3	182.2	299	290	240	249.5	272.5	285.6	2581.9
25041 Guatenipa, SIN.*	203.3	105.8	67.4	99	141	328.8	503.2	441	466	265.2	165	178.8	2964.5

Fuente: Elaboración propia con datos de CICESE-CLICOM (2026)..
* Nota= SIN= Sinaloa, DGO = Durango.

Como se puede observar en la Tabla 18, el mes con los valores más altos de precipitación media mensual se registró en julio, con 146.8 y 296.8 mm en las estaciones La Huerta y Guatenipa, respectivamente (Gráfica 2). Asimismo, los valores máximos de precipitación se presentaron en los meses de enero en la estación La Huerta (337.6 mm) y en el mes de julio, en la estación Guatenipa con 503.2 mm (Gráfica 3).



Gráfica 2. Datos mensuales de precipitación del período de 1970-2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de CICESE-CLICOM (2026).



Gráfica 3. Precipitación máxima mensual del período de 1970-2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de CICESE-CLICOM (2026).

c) Fenómenos hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos son formados por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera. Las partículas acuosas pueden estar en suspensión, ser remontadas por el viento desde la superficie terrestre o ser depositadas sobre objetos situados en la atmósfera libre. Entre los principales se encuentran la lluvia, nieve, granizo, neblina, rocío, escarcha entre otros. En el caso de las sequías es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un periodo de tiempo prolongado.

- **Sequía**

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2019), las sequías constituyen un fenómeno natural que se manifiesta con una deficiencia de humedad anormal y persistente, que tiene un impacto adverso en la vegetación, los animales y las personas, son inevitables, impredecibles, sin trayectoria establecida, sin inicio ni término bien definidos, recurrentes, más no cíclicas y potencialmente catastróficas. En la Tabla 19, se muestra la clasificación de la sequía realizada por CONAGUA a través del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Tabla 19. Categorización de la sequía

Clave de categoría	Categoría	Descripción
D0	Anormalmente seco	Aún no se considera sequía, pero es una alerta de condiciones secas fuera de lo normal
D1	Sequía moderada	Se empiezan a observar efectos en la agricultura y reducción leve en el abastecimiento de agua
D2	Sequía severa	Impacta de forma notable a cultivos, ganadería y sistemas de agua potable
D3	Sequía extrema	Hay pérdidas agrícolas generalizadas, riesgo de incendios y escasez de agua significativa
D4	Sequía excepcional	Afectaciones críticas, con impactos severos en el suministro de agua, producción agrícola y vida diaria

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA-SMN (2026b).

Con base en el monitoreo de sequía publicado por CONAGUA-SMN (2026b), Durango y Sinaloa se encuentran dentro del listado de entidades federativas con mayores niveles de afectación por este fenómeno, principalmente en las categorías D3 (sequía extrema) y D4 (sequía excepcional). Estos Estados presentan condiciones de sequía que podrían extenderse por más de 6 meses, afectando no solo la agricultura, sino también la hidrología, la recarga de acuíferos y la ecología, Asimismo, en 2025 los municipios de Badiraguato, Sin., y Tamazula, Dgo., presentaron a lo largo del año distintos grados de sequía. En el caso se Badiraguato, de enero a febrero tuvo una categoría D2, de marzo a junio fue D3, disminuyendo a finales de junio a D2 y continuando una disminución de categoría D1 en julio, D0 en agosto y octubre e incrementándose a D1 de noviembre a diciembre. Respecto al municipio de Tamazula, presentó la categoría D3 durante el mes de enero a mediados de junio, posteriormente a finales de junio y mediados de julio se identificó un nivel D1, disminuyendo a D0 a finales de julio hasta mediados de septiembre manteniéndose este mismo nivel de noviembre a diciembre.

- **Heladas**

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua. La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. De acuerdo a la información del atlas nacional de riesgos de CENAPRED (2026), se identificó que el SA se encuentra en una región donde se registran más de 120 días de heladas al año.

- **Tormentas de granizo**

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento característico de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua fría, esto es, agua que está a una temperatura menor que la de su punto de congelación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen por efecto de la gravedad del suelo. Las piedras de

granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, las mayores pueden ser muy destructivas. En ocasiones, un conjunto de piedras puede solidificarse formando grandes masas uniformes y pesadas de hielo y nieve (PC, 2015).

A partir de la regionalización por tormentas de granizo del atlas nacional de riesgos (CENAPRED, 2026), se identificó que la porción oriente del SA se encuentra en una zona de intensidad baja, lo que corresponde a un período de 2 a 4 días al año por este fenómeno. Respecto al índice de peligro por tormentas de granizo el SA se encuentra en un nivel medio (valor 0.2) el cual se distribuye en una franja transversal que va del suroeste al noreste, mientras que el resto del área del SA presenta un nivel alto de peligro (valor 0.4).

- **Ciclones tropicales**

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta. Como la circulación ciclónica y bajas presiones atmosféricas relativas normalmente coexisten, es común usar los términos ciclón y baja presión de forma intercambiable.

Los ciclones tropicales están entre los sistemas meteorológicos más peligrosos y destructivos de la tierra. La etapa antecedente de un ciclón tropical es conocida en América como perturbación tropical; los ciclones tropicales se caracterizan por una circulación cerrada de sus vientos y se dividen en fases de acuerdo con la velocidad de su viento máximo sostenido en superficie (VMS; CENAPRED, 2003):

1) Depresión tropical: VMS menor a 63 km/h
2) Tormenta tropical: VMS entre 63 y 118 km/h
3) Huracán: VMS mayor a 118 km/h

Con base al sistema de trayecto histórico de huracanes de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, 2026, por sus siglas en inglés), se observó que el área del SA no ha sido impactada por algún fenómeno de este tipo, sin embargo, en un radio de 150 km a la redonda del SA, se han presentado nueve eventos hidrometeorológicos de esta índole, mismos que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Datos de los ciclones tropicales en un radio de 150 km del área del sistema ambiental

Categoría máxima	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término	Velocidad máxima de vientos (km/h)
Huracán, Categoría 1	Manuel	13-sep-13	19-sep-13	120.38
Huracán, Categoría 3	Lane	13-sep-06	17-sep-06	203.72
Huracán, Categoría 4	Lidia	08-sep-93	14-sep-93	240.76
Tormenta tropical	Rachel	27-sep-90	03-oct-90	101.86
Tormenta tropical	Paul	23-sep-78	27-sep-78	74.08

Categoría máxima	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término	Velocidad máxima de vientos (km/h)
Huracán, Categoría 2	Orlene	21-sep-74	24-sep-74	166.68
Tormenta tropical	Natalie	06-jul-64	08-jul-64	83.34
Huracán, Categoría 1	Doreen	01-oct-62	05-oct-62	138.9
Huracán, Categoría 4	Sin nombre	20-oct-57	22-oct-57	222.24

Fuente: Elaboración propia con datos de la NOAA (2026).

- **Inundaciones**

Con base a la información del Sistema Nacional de Información sobre Riesgos por parte del CENAPRED (2026), la región donde se encuentra el SA del proyecto, registra un índice de vulnerabilidad media por inundación, asociado a un índice de peligro bajo por el mismo fenómeno. Lo anterior, se refleja en la ausencia de puntos críticos por inundación dentro del SA, considerando que el área de interés se encuentra en elevaciones de la Sierra Madre Occidental.

IV.II.1.2 Geología

El área de interés se localiza en la Provincia Geológica Faja Ignimbrítica Mexicana (Ortega Gutiérrez et al., 1992), y sobre el Terreno Tectonoestratigráfico Sierra Madre Occidental (Campa & Coney, 1983), a continuación, se describe brevemente.

Sierra Madre Occidental (SMO), es el resultado de diferentes episodios magmáticos y tectónicos durante el Cretácico-Cenozoico, asociados a la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y a la apertura del Golfo de California. La estratigrafía de la SMO se integra por cinco conjuntos ígneos principales 1) rocas plutónicas y volcánicas del Cretácico Superior-Paleoceno y 2) rocas volcánicas andesíticas y, en menor medida dacítico-riolíticas del Eoceno, tradicionalmente agrupadas en el denominado “Complejo Volcánico Inferior”; 3) ignimbritas silícicas emplazadas en su mayoría en dos pulsos, en el Oligoceno temprano (32-28 Ma) y el Mioceno temprano (824-20 Ma), y agrupadas en el Supergrupo Volcánico Superior; 4) coladas basáltico-andesíticas transicionales extravasadas después de cada pulso ignimbrítico, correlacionadas con las “Andesita-Basálticas del Sur de la Cordillera”; 5) volcanismo postsubducción constituido por coladas de basalto alcalinos e ignimbritas emplazados en diferentes episodios del Mioceno tardío, Plioceno y Cuaternario, y que se relacionan con la separación de Baja California del continente. Los productos de todos estos episodios magmáticos parcialmente superpuestos entre sí, cubren a su vez un basamento heterogéneo pobremente expuesto con edades del Precámbrico y Paleozoico en la parte norte (Sonora y Chihuahua) y del Mesozoico en el resto de la SMO (Ferrari et al., 2005).

A partir de información geológica obtenida de los trabajos en campo por parte del personal de la Gerencia de Evaluación Minera del SGM y de la carta geológico-minera Bacacoragua G13-C23, escala 1:50,000, que abarca parte de los municipios de Badiraguato, Sin., y Tamazula, Dgo., se realizó la descripción de las unidades geológicas que se encuentran en el SA (Figura 22).

Regionalmente, el proyecto La Soledad se encuentra enmarcado dentro de un cinturón de afloramientos de rocas ígneas intrusivas batolíticas, que flanquean el borde occidental de México, y denominadas como Complejo Batolítico Granítico de Sinaloa. Estas rocas batolíticas intrusionan a las secuencias sedimentarias de cuenca marina del Paleozoico (Formación San José de García) y a secuencias vulcanosedimentarias de origen marino, correlacionables con el Terreno Guerrero. En ambos casos, fases subvolcánicas, ricas en fluidos hidrotermales afectan a estas rocas que generan importantes yacimientos minerales en el estado de Sinaloa.

➢ Estratigrafía

❖ Volcanosedimentario (JtKaVs)

Esta unidad se constituye por arenisca, lutita, caliza y escasa limolita de estratificación delgada con intercalación de derrames andesíticos, la orientación general de la unidad es NW, su edad informal va del Tithoniano al Albiano y se correlaciona con el Terreno Guerrero. En algunos sitios se observan areniscas con escasos horizontes de lutitas apizarradas; se tiene metamorfismo de contacto, consecuencia de la granodiorita (KsTpa Gd), que la está afectando, y se tiene la presencia de abundante epidota.

❖ Granodiorita “La Ventana” (TpaGd)

Esta unidad se distribuye en la zona central del proyecto en el área mineralizada Cerro Verde-Arroyo Cocoyome y Cerro del Cobre. Se observa un cuerpo con ligera orientación al NW que se encuentra en contacto por falla con el granito de grano grueso La Mica en el arroyo del desierto y parcialmente cubierto por rocas andesítica y riolíticas del Oligoceno. Presenta textura fanerítica de grano medio de color gris con agregados de biotita y pirita diseminada. Esta unidad alberga brechas de cuarzo turmalina que son evidentes en el área de Cerro Verde y Arroyo Cocoyome (Fotografía 7). En esta unidad, se ubicaron 36 barrenos de los 60 programados.



Fotografía 7. a) Afloramiento de granodiorita de grano fino en el arroyo Cocoyome y b) Detalle del intrusivo granodiorítico de grano fino.

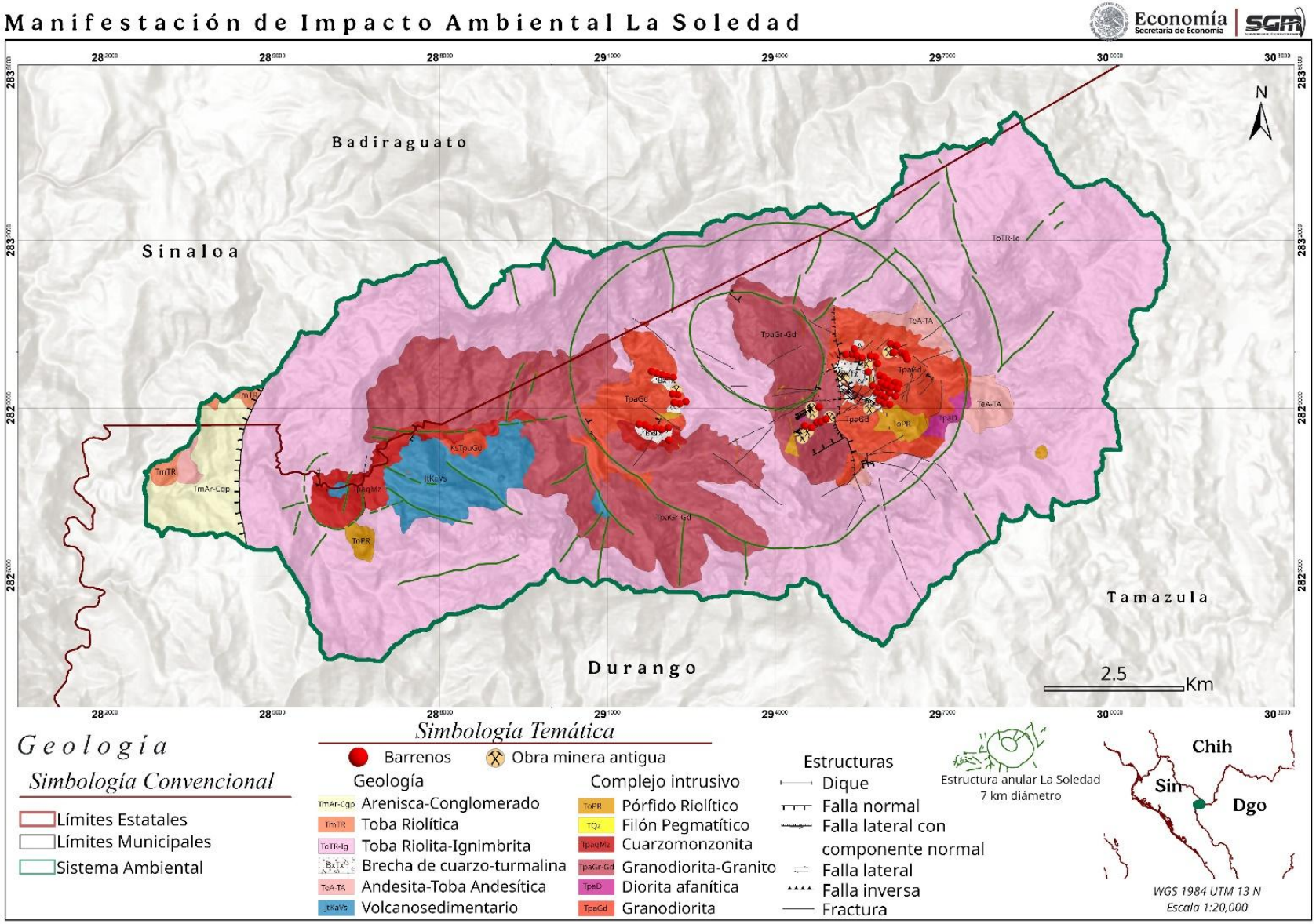


Figura 22. Mapa geológico del área de interés.

❖ **Andesita-Toba Andesítica (TeA-TA)**

La unidad se define como una secuencia de rocas volcánicas constituidas por derrames y tobas de composición andesítica, los derrames son de textura porfídica, ocasionalmente basálticos. Presenta principalmente coladas de andesita intercaladas con coladas de traquita-traquiandesita y dacita que son parte de la misma secuencia volcánica intercalada con algunos depósitos de piroclásticos de andesita y aglomerados a manera de flujos de escombros y brechas. Dentro del SA la litología se encuentra en la porción oriente y suroeste.

❖ **Brecha de cuarzo-turmalina "La Soledad" (BxTx)**

Se trata de una brecha de origen magmático hidrotermal con variaciones en composición de su cementante de cuarzo y turmalina negra, con clastos de la granodiorita La Ventana los cuales se encuentran alterados en zonas periféricas a cuarzo-sericita (Fotografía 8). Estas brechas se encuentran en las áreas mineralizadas Cerro del Cobre, Cerro Verde y Arroyo Cocoyome. Dentro de esta unidad se tienen programados 17 barrenos de los 60 totales.



Fotografía 8. a) Afloramiento de la brecha de cuarzo turmalina en el área mineralizada Cerro Verde; b) Detalle de la turmalina encontrada en el Cerro Verde; c) Afloramiento de la brecha localizada en el área mineralizada Arroyo Cocoyome; d) Afloramiento de la brecha de cuarzo turmalina del área Cerro del Cobre.

❖ **Diorita afanítica "Las Calaveras" (TpaD)**

Esta unidad se describe como microdiorita finamente porfídica con biotita, hornblenda y fenocristales de plagioclasas del tipo andesina con menor cuarzo intersticial y plagioclasas en la matriz de la roca, la turmalina reemplaza a los minerales ferromagnesianos (turmalinización; Fotografía 9). Esta unidad presenta textura holocristalina inequigranular porfídica, con fenocristales de plagioclasa (50%), cuarzo (20%), y feldespato potásico (5%), y corresponde a una diorita con base en su composición química y mineralógica. Este pulso incluye como minerales accesorio biotita alterada a clorita, turmalina y pirita diseminada.



Fotografía 9. a) Detalle de xenolito de diorita que a la vez contiene xenolito de granodiorita de grano fino, misma que está expuesta en Cerro Verde y Arroyo Cocoyome y b) Afloramiento de roca diorita en el área mineralizada Arroyo Cocoyome.

- **Granodiorita grano grueso "La Mica" (TpaGr-Gd)**

Esta unidad aflora principalmente en la zona poniente del área denominada Cerro de La Mica. Presenta textura fanerítica de grano grueso, con mineralogía de cuarzo, feldespato potásico biotita, clorita y sulfuros diseminados, afectada por alteración sericítica de moderada a débil (Fotografía 10). Al microscopio se observa textura inequigranular porfídica a alotriomórfica con cristales de cuarzo, feldespato potásico (microclina), plagioclasas (andesina) biotita alterada a clorita y una alteración incipiente de plagioclasas cálcica (andesina) y feldespato potásico a sericita. Por su textura y composición ha sido clasificada como una granodiorita de biotita. Dentro de esta unidad se tienen contemplados 6 barrenos de los 60 programados.



Fotografía 10. Afloramiento de grano grueso en área mineralizada Cerro de La Mica con xenolito de diorita porfídica.

❖ **Cuarzomonzonita "El Desierto" (TpaqMz)**

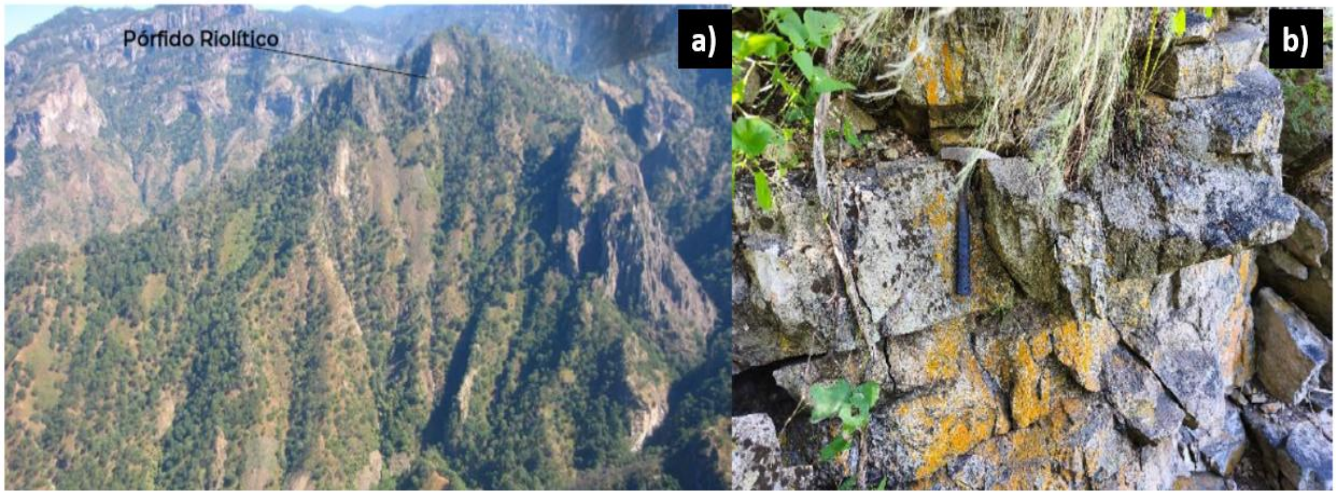
La cuarzomonzonita El Desierto se ha observado cortando a la granodiorita La Ventana y en contacto con la brecha de cuarzo-turmalina. Tiene textura porfídica con agregados de turmalina, plagioclasas, sulfuros diseminados y alteración sericítica (Fotografía 11). Al microscopio se observa textura holocristalina inequigranular, semi porfídica con cristales de cuarzo en una misma proporción de feldespato potásico (30%) seguido de biotita (20%) y labradorita (10%). Con cristales de biotita alterada a clorita y local sericita. En esta unidad se tienen contemplado 1 barreno de los 60 programados.



Fotografía 11. Afloramiento de cuarzomonzonita expuesto en el arroyo Cocoyome.

❖ **Pórfido riolítico "El Campamento" (ToPR)**

Diques de composición riolítica cortan el complejo de intrusivos y fueron observados en campo en las áreas mineralizadas del Cerro de La Mica y Cerro Verde. Tienen coloración rosada a gris, textura porfídica con fenocristales de feldespato potásico y biotita. Al microscopio se observa textura porfídica, criptocristalina, con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico y muy pocas plagioclasas (andesina; Fotografía 12).

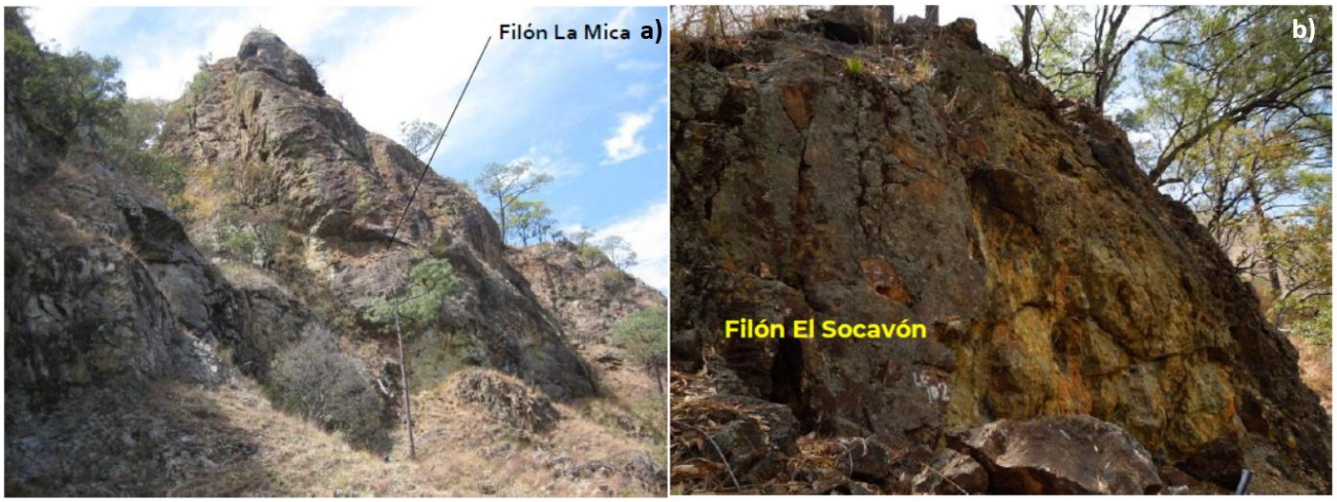


Fotografía 12. a) Panorámica del afloramiento principal de pórfido riolítico en el área Cerro Verde y b) Afloramiento a detalle del pórfido riolítico en el área mineralizada Cerro Verde.

- **Filones Pegmatíticos (TQz)**

Relacionados al complejo de intrusiones múltiples fueron reconocidos filones de cuarzo en el Cerro de La Mica (TQz), que han sido descritos como pegmatitas por Carrasco-Centeno (1973) y filones cuarzopegmatiticos por López-Escalona (1982). Están constituidos por grandes cristales de cuarzo, algunos prismáticos, con bloques o fragmentos de diorita-cuarzodiorita y granodiorita.

La presencia de estos filones de cuarzo potencializa la presencia de mineralización en Cerro de La Mica con calcopirita, pirita, molibdenita, scheelita, wolframita, azufre, malaquita, azurita y crisocola, asociada a una pervasiva alteración física (Fotografía 13). Se presentan comúnmente alineados con una dirección general NE 65-70° SW. La relación de corte permite asumir que son más jóvenes, al menos que la granodiorita y cuarzodiorita-diorita, ya que se desconoce su relación con la cuarzomonzonita.



Fotografía 13. a) Afloramiento del filón de cuarzo La Mica y b) Afloramiento del filón de cuarzo El Socavón.

❖ **Unidad volcánica riolítica (To TR-Ig)**

La unidad está representada por flujos de riolita-ignimbrita que cubren parcialmente la porción centro-poniente del Cerro de La Mica, y con ello parte de la mineralización (visible únicamente en su flanco oriental), ya que esta vuelve a ser evidente hasta el Cerro del Cobre (ubicado hacia el flanco occidental del Cerro de La Mica), cubriendo con ello una parte importante del potencial del proyecto. El espesor estimado para cada carpeta de rocas volcánicas félsicas es de un máximo de 275 m. El espesor medio es de 1,040 m desde el arroyo La Ventana hasta el puerto de La Aguateca (Fotografía 14). Estructuralmente manifiestan un claro patrón de basculamiento orientado de manera general N 10° E.



Fotografía 14. a) Panorámica de los afloramientos de toba riolítica con basamento orientado al N 10° E y b) Afloramiento de toba riolítica sobre el camino hacia el área mineralizada Cerro Verde.

❖ **Toba Riolítica (TmTR)**

Litológicamente se encuentra constituida por flujos tendiendo a la verticalidad a manera de inyección de riolita, presentan color rosa claro, su forma es semicircular con diámetro de 200 a 300 m y se desconoce su profundidad; las rocas se encuentran emplazadas sobre zonas de debilidad dentro de la unidad volcánica de tobas riolíticas e ignimbritas, de la SMO. Dentro del SA se visualiza en la porción noroeste.

❖ **Arenisca-conglomerado polimíctico (TmAr-Cgp)**

La unidad es representada por una secuencia de areniscas y conglomerados polimícticos muy consolidados. La arenisca presenta un color beige, café rojizo a grisáceo, de textura de grano fino a medio constituidos de cuarzo, feldespatos y fragmentos de rocas muy bien consolidadas, transicionando a areniscas conglomeráticas, constituidas por fragmentos provenientes de la erosión de rocas preexistentes, como riolita, dacita, andesita, granodiorita. Los conglomerados son de color café a beige, poco clasificado con fragmentos de forma redondeada a subredondeada, ocasionalmente subangulosa del tamaño de 0.5-3 cm de diámetro, conformados por andesita, dacita, riolita, tobas y algunos de intrusivos dentro de una matriz arenosa. Esta litología se presenta en la porción occidental del SA.

➢ Geología estructural.

De acuerdo a las interpretaciones de imágenes satelitales por el personal de la Gerencia de Evaluación Minera se define que en la porción centro-oriente del proyecto La Soledad se encuentra asociado a una gran estructura anular de 7 km de diámetro, originada por los esfuerzos verticales de las unidades intrusivas que se encuentran en su interior. Al centro de esta se ubica otra estructura circular más pequeña representada por la parte norte del Cerro de La Mica de 2.2 km de diámetro (Figura 22).

Se reconoce que el área de interés se encuentra afectada por tres grandes sistemas de estructuras regionales. Un sistema sensiblemente N-S, que varía de N 10° E a N 14° W, de gran importancia, ya que sirve de límite geológico entre la unidad de cuarzomonzonita con la granodiorita, en la cercanía de la unión de los arroyos El Desierto y La Ventana, donde se ha definido que el bloque de piso corresponde al Cerro de La Mica, y el bloque hundido (techo) a las brechas hidrotermales de Cerro Verde.

El segundo sistema importante tiene una orientación dominantemente NE-SW, que varía de 35° N a 60° E, caracterizado por fallamientos normales con desplazamientos laterales. Al sur del rancho La Ventana se identificó un bloque fuertemente mineralizado, condicionado por la intersección de estas estructuras regionales (N-S, con el NE-SW). Además, estas estructuras han facilitado el emplazamiento de filones de cuarzo en Cerro de La Mica, que potencializan fuertemente la mineralización en esta área. Una variante de este sistema lo constituyen una serie de fallas orientadas 25° N a 48° E.

El tercer sistema estructural de carácter regional, lo constituye el orientado al NW-SE, que varía de 55 a 75° y se encuentra relacionado con la mineralización del área, ya que exhuma un bloque cuarzomonzonita, sobre el arroyo La Soledad, con evidencias de mineral. Además, se interpreta que este sistema condiciona la mineralización al norte del arroyo Cocoyome.

Existe en el área una cantidad importante de fracturas rellenas de sulfuros de cobre, fierro, turmalina y vetillas mineralizadas orientadas multidireccionalmente. En la bocamina del Socavón 3, en Cerro de La Mica, se puede observar un sistema de vetillas que se entrelazan entre sí constituyendo un incipiente *stockwork*. Lineamientos alrededor de la gran estructura anular se distribuyen en forma radial, evidenciando con ello el empuje vertical de las intrusiones en el interior de la misma.

➢ Geología Económica

Con base en los trabajos exploratorios superficiales del personal de la Gerencia de Evaluación Minera del SGM, en el SA, se identificaron brechas magmático hidrotermales de cuarzo, turmalina en el área de Cerro Verde, Arroyo Cocoyome y Cerro del Cobre, filones de cuarzo con presencia de vetillas de molibdenita, calcopirita y turmalina en Cerro de La Mica. Estas evidencias en superficie indican que se tiene un sistema de mineralización de edad Paleoceno tardío, encontrando dos zonas del sistema, uno de profundidad y otro hipabisal. La primera que se localiza en el Cerro de

La Mica caracterizado por los filones pegmatíticos y presencia de sulfuros como molibdenita, calcopirita, bornita, arsenopirita y minerales de W, la cual corresponde a la zona de mineralización más profunda; y la segunda que se encuentra a los extremos oeste y este del Cerro de La Mica, propiamente Cerro del Cobre en el poniente y Cerro Verde en el oriente caracterizado por presencia de brechas magmático hidrotermal de cuarzo turmalina con presencia de calcopirita-pirita-bornita, corresponde a la parte hipabisal del sistema de mineralización.

Dentro del SA del proyecto La Soledad, se cuenta con obras mineras antiguas, las cuales consisten en cuatro socavones, 42 obras mineras menores entre las que destacan zanjas, catas y rebajes, y por último dos pozos.

Cerro de La Mica es el área que cuenta con mayor desarrollo de obra minera, donde se reconocieron 3 socavones, ubicados a diferentes niveles topográficos, el socavón 1 se localiza a 1,593 msnm, totalizando una longitud de 9 m cuya orientación es S 60° W. Se encuentra parcialmente derrumbado, inundado e inaccesible, desarrollado en la granodiorita con vetillas de cuarzo y minerales de pirita, calcopirita, scheelita, molbdenita y cuarzo rellenando fracturas.

El socavón 2 se ubica en la cota topográfica más baja (1,498 msnm), cuenta con una longitud total de 58 m, de 2.15 m de ancho por 2.70 m de alto, orientado al S 60° W. La obra está labrada en granodiorita, en el interior se identificaron minerales de cuarzo, pirita, calcopirita, arsenopirita, molibdenita, scheelita y wolframita. Estos se emplazan en la roca en forma de vetas en stockwork, también se tiene malaquita y sulfatos de cobre en forma de manchones cubriendo las paredes del socavón.

El socavón 3, se localiza en la misma cota que el socavón 1, cuenta con 38 m de desarrollo de 1.10 m por 2.10 m de sección. En los primeros 16.5 m se observa silicificación pervasiva con altas concentraciones de pirita, pirrotita, marcasita, calcopirita, molibdenita, scheelita y wolframita. En este tramo se observa la presencia de vetillas centimétricas con presencia de sulfuros negros de rumbo N 15° W e inclinaciones sensiblemente horizontales del orden de 4° al SW. Este sistema de vetillas es cortado por un sistema estructural de rumbo N 70° W, y se reconoció otro sistema de estructuras mineralizadas de rumbo N 20° W.

El cuarto socavón se encuentra en Cerro del Cobre, tiene una longitud de 6.40 m orientado N 64° E, de 2.25 m de ancho por 3.20 m de alto en la bocamina, desarrollado en la cuarzomonzonita, con vetillas de turmalina formando una brecha hidrotermal de cuarzo-turmalina con manchones de carbonatos de cobre. La obra minera está desarrollada en cuarzomonzonita con turmalina, tanto en vetillas como diseminada, conformando una verdadera brecha magmática-hidrotermal de cuarzo-turmalina, intrusionada por un pórfido riolítico con presencia de sulfuros finamente diseminados >10%. La coloración característica de la obra minera es verdosa, por la gran cantidad de carbonatos de cobre en forma de malaquita y azurita, además de pirita y calcopirita en forma diseminada. En algunos puntos de la obra minera se reconoció la presencia de sulfatos de cobre y fuerte ocurrencia de óxidos de hierro en forma de goethita principalmente.

Con respecto a las otras 42 obras mineras menores antiguas, están representadas por catas cuyas longitudes varían de 2 a 5 m y profundidades que van de 1 a 2.5 m; 2 zanjas, una de ellas tiene una orientación sensiblemente E-W, con una longitud de 120 m y una profundidad promedio de 1.80 m. La segunda zanja se orienta NE 65° SW, con una longitud de 120 m por 1.40 m de profundidad, como también rebajes en los afloramientos de las rocas mineralizadas.

➢ Geomorfología y Fisiografía

El SA se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, así como, en la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, las cuales se describen a continuación.

❖ Provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental

Este sistema montañoso se encuentra entre la Sierra Madre Oriental y la Meseta Central al oriente, y la zona desértica de Sonora y la Llanura Costera de Sinaloa al poniente. Al norte desaparece antes de llegar a la frontera con los Estados Unidos y al sur se une a la zona montañosa de la Costa del Suroeste y a la Zona de Fosas Tectónicas, con las cuales no hay propiamente una separación fisiográfica definida. Este sistema montañoso tiene una anchura media de 250 km y se extiende de nor-noroeste a sur-sureste por unos 10° de latitud (Álvarez M., 1958).

Esta provincia es homogénea en toda su extensión (1,400 km en longitud) principalmente por su constitución de ignimbritas del Oligoceno y Mioceno, su altura se mantiene entre los 2,000-2,200 m, aunque en algunas localidades superan los 3,000 msnm. Esta estructura es resultado de una extraordinaria actividad volcánica, con desarrollo de numerosas calderas en el Oligoceno y Mioceno. El relieve consiste en cuatro unidades principales: a) una amplia meseta de lava orientada al NW, b) cañones de hasta 1,500 m de profundidad que cortan a la meseta, c) una ladera marginal al occidente de fuerte inclinación, originada por la erosión lateral, d) elevaciones montañosas de lava, generalmente delimitadas por fallas, expuestas al norte y sur de la meseta. (Lugo Hubp & Córdova, 1992).

❖ Subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses

Esta subprovincia es compartida por los estados de Sinaloa, Chihuahua, Durango y Zacatecas, tiene una orientación noroeste-sureste y abarca desde las proximidades del cerro La Guásima en Sinaloa, el sur de Guadalupe y Calvo en Chihuahua y Guanaceví en Durango, hasta el sur de Cosalá en el primer estado mencionado y de Jiménez del Teul en Zacatecas. Su morfología de meseta, pese a la considerable disección por ríos encañonados, es bastante destacada, en ella hay gran dominancia de rocas volcánicas lávicas ácidas con pocos afloramientos de rocas básicas e intermedias. La altitud general de las mesetas es de 2,200 m llegando a 2,400 m en el parteaguas entre la vertiente del Pacífico y la interior, pero el sitio más elevado es mayor de 3,000 m. Parte de su extremo norte penetra en el suroeste de Chihuahua, donde limita con la subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (INEGI, 2003).

La geomorfología presente en la zona donde incide el SA y por ende en los puntos de barrenación es un conjunto de elevaciones que superan los 2,700 msnm, que conforma un sistema geomorfológico de sierra, como se observa en la Figura 23.

Los rasgos montañosos que presenta el área del SA, se caracterizan por tener relieves más accidentados, donde generalmente los valles son estrechos en forma de “V” y las corrientes tienen gradientes pronunciados que hacen que la zona se encuentre en una etapa geomorfológica juvenil. En el flanco oriental del SA se localiza el Cerro Alto La Tableta, con una elevación de 2,740 msnm; en la zona suroeste a una cota de 2,000 m se encuentra el Cerro Los Viejitos. Las planillas de barrenación se localizan en las zonas denominadas Cerro Verde, donde la altitud máxima es de 2,140 msnm, Cerro de La Mica con 1,980 msnm y Cerro del Cobre con una elevación máxima de 1,520 m (Figura 23).

Por un lado, las geoformas predominantes en donde se encuentran la mayor parte de los barrenos programados, corresponden a laderas, las cuales son estructuras del relieve modeladas en las vertientes montañosas por procesos de erosión, transporte y deposición, que evolucionan según las condiciones climáticas y litológicas. Por otro lado, en menor proporción se tienen barrenos programados en geoformas de mesetas, las cuales se caracterizan por presentar un relieve elevado con cima plana o suavemente ondulada, delimitadas por escarpes abruptos que se originan por movimientos tectónicos que elevan bloques, acumulación de lava volcánica o erosión de montañas antiguas.

➢ Relieve y pendiente

Para el análisis del relieve y pendiente del terreno dentro del área de interés, se ocupó el sistema de topoformas del INEGI (2001a), con el cual se identificó la incidencia de los sistemas de Sierra alta con cañones y Gran meseta con cañadas, dentro de un gradiente altitudinal que oscila entre los 700 a 2,740 msnm.

En la porción centro y poniente del SA se encuentra en la topoforma Sierra alta con cañones, la cual representa un relieve montañoso escarpado de altitudes mayores a los 2,000 msnm, caracterizado por cumbres elevadas, mesetas interconectadas y profundas barrancas o cañones formados por la erosión fluvial intensa.

Para la porción oriente del SA, incide la topoforma Gran meseta con cañadas, la cual se caracteriza por ser una altiplanicie o superficie elevada y plana (meseta) que ha sido disectada profundamente por arroyos o ríos, creando valles estrechos, escarpados y profundos (cañadas).

Cabe señalar, que los 60 barrenos programados se encuentran en un gradiente altitudinal que oscila de los 1,320 a 1,920 msnm, dentro de la topoforma de Sierra alta con cañones (Figura 24).

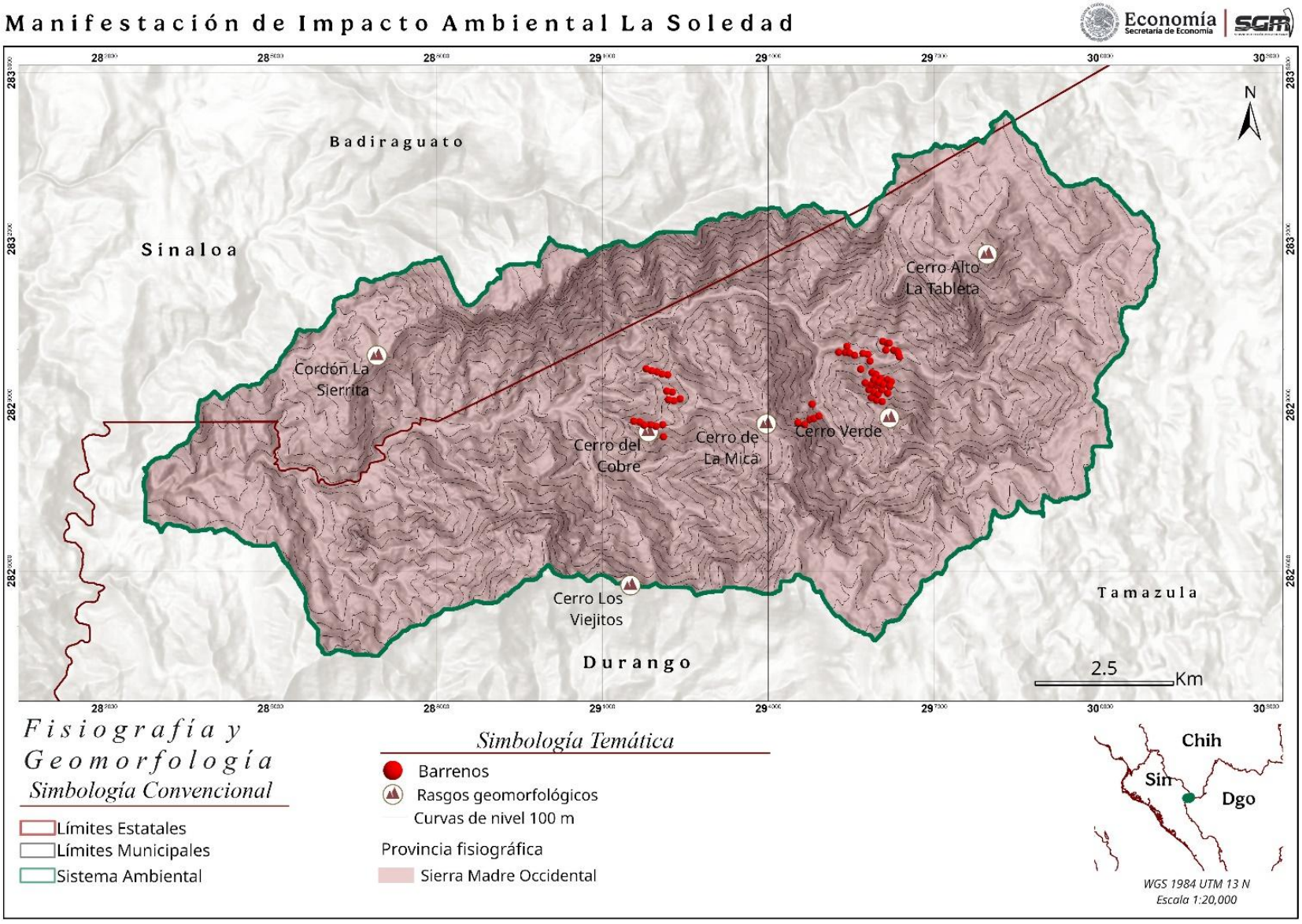


Figura 23. Provincia fisiográfica y geomorfología que inciden en el SA.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2001b).

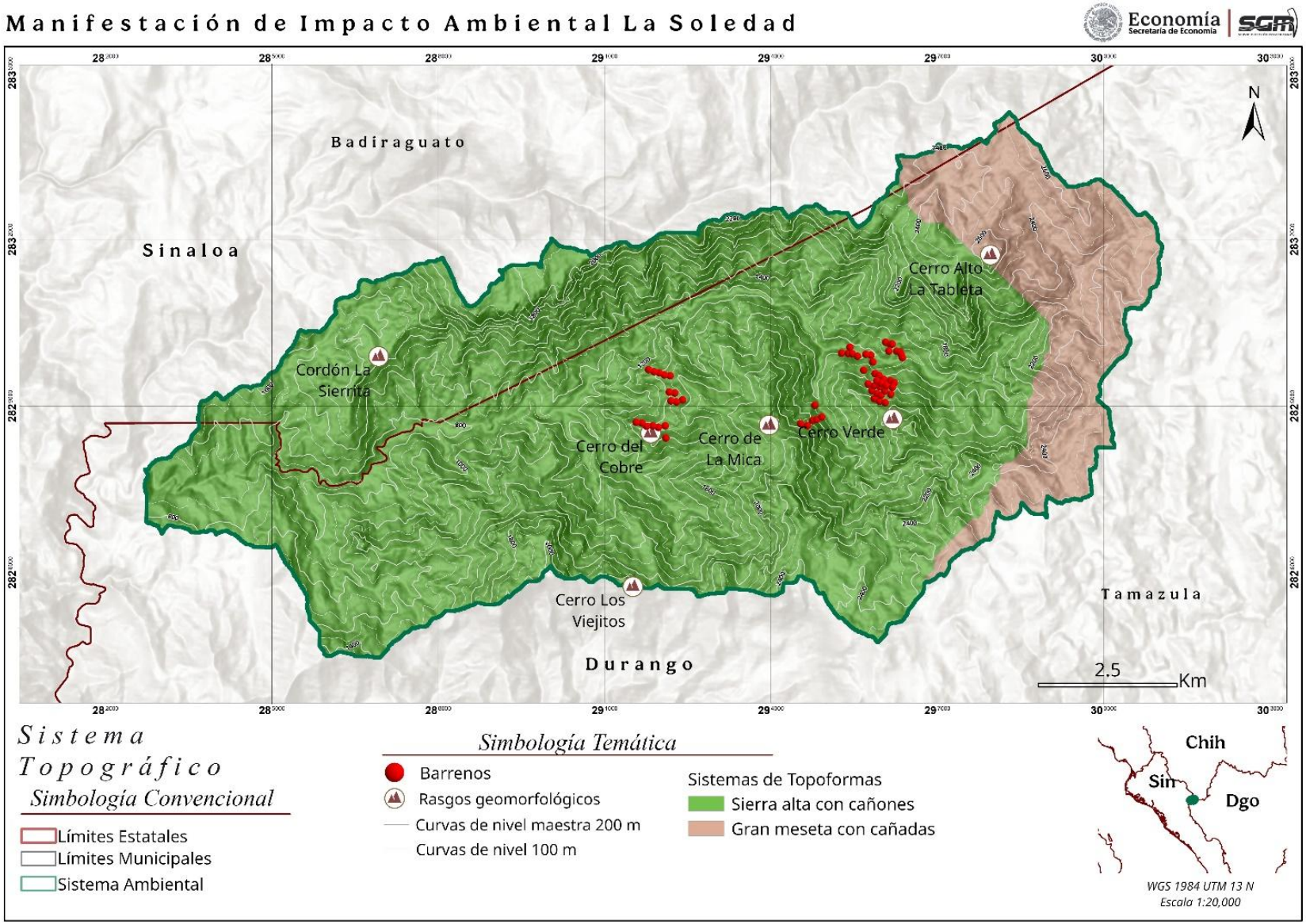


Figura 24. Sistema de topoformas que inciden en el SA.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2001a).

A partir del modelo de elevación con resolución de 15 m del SA (INEGI, 2025b) se realizó la clasificación de pendiente (Figura 25), en donde se identificó que 5 barrenos se encuentran en zonas de baja pendiente (0-16.5°), 12 más se encuentran en zonas de pendiente media baja (16.6–26.5°), 19 inciden en zona de pendiente media (26.6-35.8°), mientras que 22 barrenos se localizan en zonas de pendiente media alta (35.9-47.1°) y 2 se ubican en pendiente alta (>47.2°).

Es de suma importancia señalar que la barrenación es una técnica que no causará ninguna afectación al medio geológico, geomorfológico y estabilidad de pendientes o del relieve, ya que, por sus características, la barrenación se considera de dimensiones minúsculas en cuanto al diámetro de perforación, cabe señalar que al término de las actividades de barrenación, cada boca de barreno quedará tapada con un tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento, para que de esta manera se pueda evitar que se produzca contaminación al medio rocoso, además quedará señalada la posición de cada barreno en el terreno. Así mismo, por las labores del proyecto, no habrá erosión del sustrato rocoso, inestabilidad del terreno o algún riesgo geológico en el área de estudio.

Susceptibilidad

❖ Sismos

Con base a los datos del Servicio Sismológico Nacional (UNAM, 2026), se encontró que a 30 km a la redonda del área del SA del proyecto La Soledad, se han reportado cuatro sismos durante el periodo de 1900 a 2026, con una magnitud de entre 3.6 a 4 y teniendo como localización de referencia el noreste y norte de Culiacán, Sinaloa (Tabla 21).

Tabla 21. Sismos cercanos al SA, registrados en el período 1900 a 2026.

No. Consecutivo	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud	Referencia de localización	Fecha
1	25.5848	-107.191	5	4.0	89 km al norte de Culiacán, Sin.	23/11/2015
2	25.6683	-106.876	5	4.0	109 km al noreste de Culiacán, Sin	16/07/2020
3	25.5137	-106.860	5	3.6	95 km al noreste de Culiacán, Sin.	05/08/2022
4	25.5620	-107.146	96.5	3.7	88 km al noreste de Culiacán, Sin.	02/10/2025

Fuente: Elaboración propia con datos del UNAM (2026).

Con base al análisis de la recurrencia histórica de sismos, modelos de atenuación del movimiento del suelo y la caracterización de fallas y la generación de curvas de intensidad, CENAPRED (2026) valoró a los municipios de Badiraguato, Sin., y Tamazula Dgo., con un nivel medio por sismos.

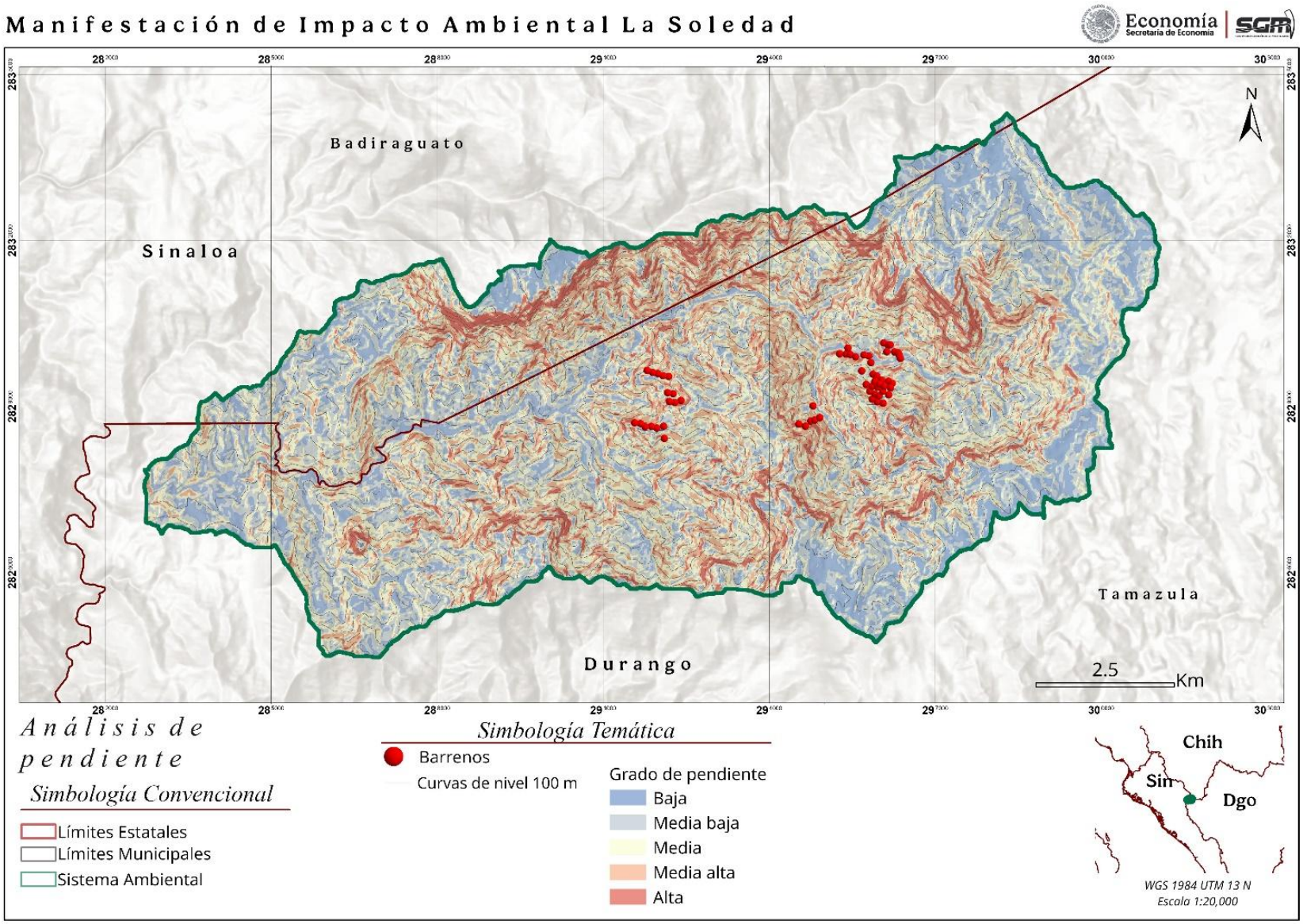


Figura 25. Clasificación del grado de pendiente dentro del SA. Elaboración propia con datos de INEGI (2025b).

❖ Inestabilidad de laderas (caídas o derrumbes, deslizamientos y flujos)

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos.

El grado de inestabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, la lluvia y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes de los deslizamientos (factores externos).

De acuerdo al mapa nacional de susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020), la región donde se encuentra el SA, tiene un nivel alto en la gran mayoría de su extensión, en gran medida por la inclinación del terreno asociado al sistema de topoformas de sierra que predomina en la región.

IV.II.1.3 Edafología

Para el análisis de los tipos de suelos presentes en el SA, se utilizó el conjunto nacional de información edafológica escala 1:250,000 serie III del INEGI (2024), el cual utiliza como fundamento la clasificación del Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés *Word Reference Base for Soil Resources*), utilizada como estándar internacional para los sistemas de clasificación de suelo, que fue aprobada por la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS, por sus siglas en inglés), en donde se encontró la incidencia de cuatro tipos de suelo en el SA, de los cuales solo uno incide con los barrenos propuestos (Figura 26).

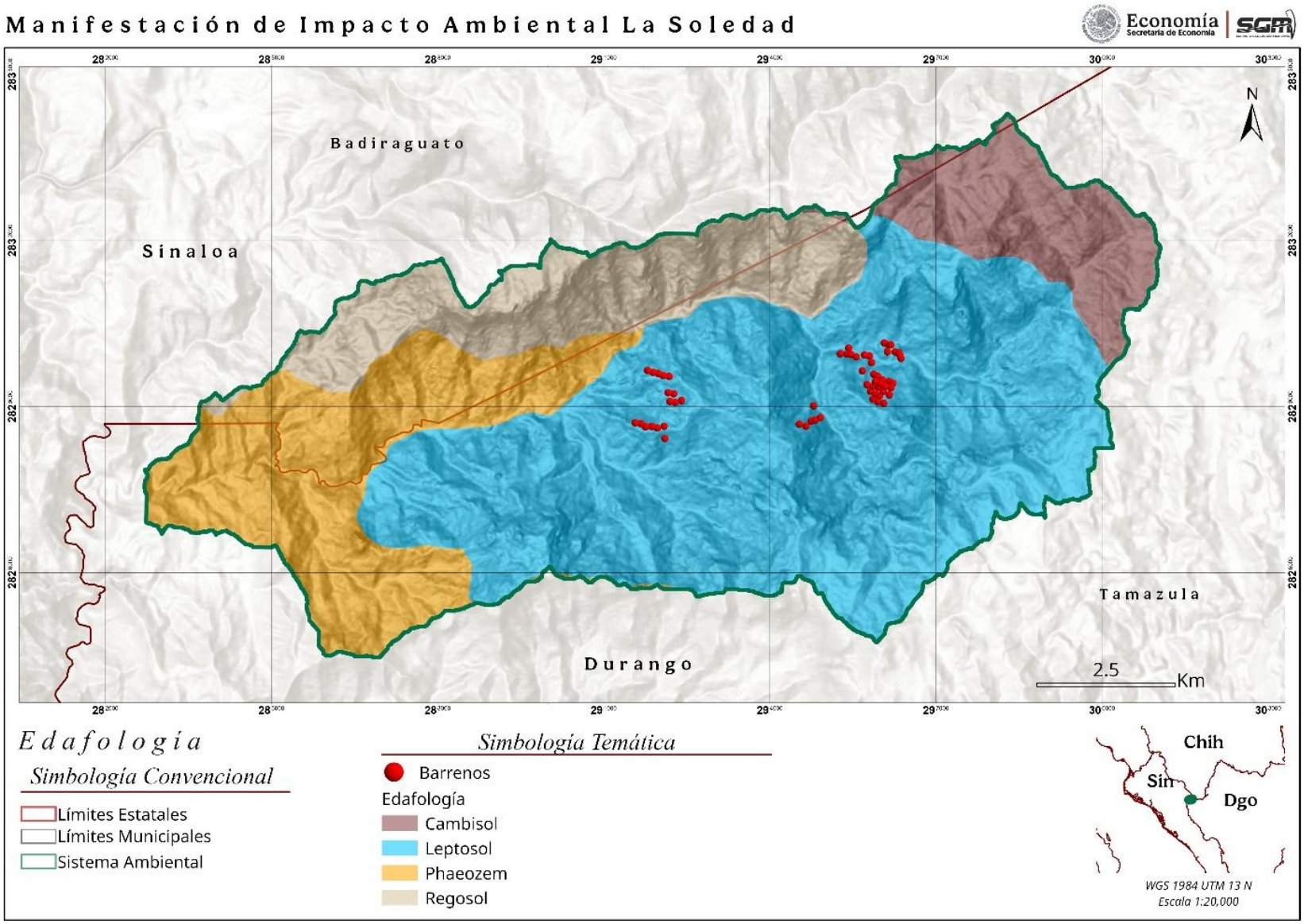


Figura 26. Tipo de suelo identificado en el SA.
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2024).

Para la descripción de las unidades edafológicas se utilizó la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo 2014, actualización 2015 (IUSS Working Group WRB, 2015) y la Guía para la interpretación de cartografía: edafología escala 1:250,000 serie III del INEGI (2014).

- **Cambisol**

Son suelos jóvenes, con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o en el color entre sus capas u horizontes. No tienen un patrón climático definido, pero pueden encontrarse en una posición geomorfológica intermedia entre cualquiera de los dos grupos de suelos reconocidos por la WRB. Tienen en el subsuelo una capa más parecida al suelo que a la roca y con acumulaciones moderadas de calcio, hierro, manganeso y arcilla. Tienen de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son adecuados para fines agrícolas y se utilizan intensivamente. Dentro del área del SA, este tipo de suelo se encuentra en la porción noreste, en la parte alta de la microcuenca, en una franja que va del norte al noreste, y donde da inicio el Río La Soledad (Figura 26).

- **Leptosol**

Se caracteriza por ser un suelo muy delgado sobre roca continua y por suelos extremadamente ricos en fragmentos gruesos. El material parental lo constituyen varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina. Se encuentran en terrenos de todas las zonas climáticas (muchas de ellas en zonas secas cálidas y frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas (IUSS Working Group WRB, 2015). Presentan espesores menores de 25 cm y más del 80% de su volumen está ocupado por piedras o gravas; son muy susceptibles a la erosión. En México, generalmente se localizan en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Los tipos de vegetación más asociados a los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero (INEGI, 2014).

Dentro del área del SA, este tipo de suelo se encuentra en la porción centro-este, en una franja que va del centro al este, siguiendo la corriente del Río La Soledad. Como se observa en la Figura 26, todos los puntos de barrenación se localizan en este tipo de suelo.

- **Phaeozem**

Este grupo incluye los suelos de praderas relativamente húmedas y los de regiones boscosas en climas moderadamente continentales. Se encuentran lixiviados de manera intensa, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus y en bases. Están libres de carbonatos secundarios o los tienen solo en mayores profundidades. El material parental es eólico, till glaciar y otros no consolidados, predominantemente de materiales básicos. Se encuentran en ambientes cálidos o fríos, en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para su existencia; en terreno plano u ondulado. La vegetación natural es de pradera, como pastos altos y/o de bosque. En México, se encuentran en climas semisecos y subhúmedos, con colores superficiales que varían de pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, y sin carbonatos en el subsuelo. Constituyen los suelos más importantes para la agricultura. Se localizan en una franja al este del SA (Figura 26).

❖ **Regosol**

Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para su clasificación en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general, y se parecen bastante a la roca que les dio origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados con frecuencia a leptosoles. Estos suelos se distribuyen en el centro-norte del SA (Figura 26).

En este marco, es importante mencionar que las veredas existentes y el uso de planillas de barrenación, tendrán impactos poco significativos en los suelos, ya que sus constituyentes se modificarán en menor proporción al transitar, lo que implicará una exposición del suelo a la erosión hídrica y eólica en la superficie del área de estudio, así mismo, de acuerdo a las observaciones de las condiciones del relieve del terreno durante los trabajos de campo y en el análisis de pendiente, se identificaron que, 6 planillas de barrenación no necesitan de acondicionamiento del terreno para las actividades de barrenación, por lo que las 54 planillas restantes se encuentran en superficies que requieran realizar actividades de nivelación del terreno para la adecuada instalación de maquinaria, cuyas medidas de prevención o de mitigación se establecen en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.II.1.4 Hidrología

➢ Recursos hidrológicos

México se divide en 37 Regiones Hidrológicas (RH) las cuales se definen a partir de grandes parteaguas del país; el SA se encuentra dentro de la RH10 Sinaloa. Para facilitar la administración del agua, la CONAGUA agrupa estas RH en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA). Las planillas inciden en el RHA III Pacífico Norte, sus características particulares de esta se describen a continuación (CONAGUA, 2026).

❖ **RH10 Sinaloa**

Esta región hidrológica cubre el 85% de la superficie del estado de Sinaloa, cuenta con una extensión aproximada de 103,483 km^2, se extiende principalmente por el estado de Sinaloa, pero sus cuencas altas se extienden hacia la Sierra Madre Occidental, colindando y abarcando partes de Chihuahua, Durango y Sonora, tiene un escurrimiento natural medio superficial interno de 14,644 hm^3/año y cuenta con 30 cuencas hidrológicas, sus aguas superficiales drenan del centro y norte de la entidad directamente hacia el Océano Pacífico (CONAGUA, 2023b).

❖ **RHA III Pacífico Norte**

Esta región hidrológico-administrativa tiene una superficie de 152,013 km^2, comprende la totalidad del estado de Sinaloa y parte de los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit, equivale al 7.9% del territorio nacional, limita al oeste con el Océano Pacífico, colinda con las siguientes regiones hidrológico-administrativas: al noreste con la RHA VI Río Bravo, al este con la RHA VII Cuencas Centrales del Norte y al sureste con la RHA VIII Lerma-Santiago-Pacífico. Registra un volumen anual de agua renovable de 26,630 hm^3 y dentro de la región se han delimitado 24

acuíferos; de ellos nueve pertenecen a la región hidrológica número 10 Sinaloa, y quince a la región hidrológica número 11 Presidio San Pedro (CONAGUA, 2021).

El SA se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica 1009 Río Humaya, la cual pertenece al sistema de cuencas Río Culiacán, formado por dos grandes ríos, el Humaya y el Tamazula, que se unen en la ciudad de Culiacán. El Río Humaya, nace en una región del estado de Durango, cercana al El Salto, en las faldas de los cerros de Hamacuero y Galeana, en un sitio denominado Cueva del Negro, a más de 3,100 m de altitud. Tras un recorrido de 107 km penetra al municipio de Culiacán por su lado Norte exactamente en la división del municipio de Badiraguato, hasta la presa Lic. Adolfo López Mateos. Se extiende en un área de 10,899 km^2. Presenta un volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas debajo de 100.06 hm^3/año; un volumen comprometido aguas debajo de 90.95 hm^3/año; y una disponibilidad media anual de agua superficial de 9.1 hm^3/año, por lo que se clasifica con disponibilidad (CONAGUA, 2023a).

Las características de la subcuenca, en la que se encuentra al área de estudio, se observan en la Tabla 22.

Tabla 22. Principales características de la subcuenca RH10Ch A. de Bamopa.

Características	Subcuenca
Clave de la subcuenca	RH10Ch
Nombre de la subcuenca	A. De Bamopa
Tipo de subcuenca	Exorreica
Lugar donde drena (principal)	RH10Ce R. Humaya
Total de descargas	1
Área (km^2)	1,036.77
Perímetro (km)	171.73
Elevación máxima en la subcuenca (m)	2,940
Elevación mínima en la subcuenca (m)	200
Pendiente media subcuenca (%)	55.85
Elevación máxima de la corriente principal (m)	2,422
Elevación mínima de la corriente principal (m)	191
Longitud de la corriente principal (m)	69,495
Pendiente de la corriente principal (%)	3.21
Sinuosidad de la corriente principal	1.51

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2026).

➢ Hidrología Superficial

❖ Corrientes de agua y sus características geohidrológicas

Con base a información vectorial de la región hidrológica (RH10; INEGI 2010b) y la carta topográfica G13-C23 Bacacoragua (INEGI, 2023), escala 1:50,000, se identificaron las principales corrientes superficiales dentro del SA, destacando la corriente perenne arroyo La Soledad, la cual tiene una dirección de oriente a poniente y cruza toda el área del SA. El tipo de drenaje que se presenta en el área de interés corresponde al tipo dendrítico, el cual se ve definido por el sistema montañoso caracterizado por pendientes inclinadas y zonas escarpadas, las cuales sirven de vertientes en temporada de lluvia para formar corrientes de primer y segundo orden,

identificando a los arroyos La Tableta y Escobedo como las corrientes de segundo orden que confluyen en la porción oriente del SA en el arroyo La Soledad, donde el flujo recorre a partir de ese punto 25 km aproximadamente con dirección al poniente, hasta alcanzar los límites del SA (Figura 27) para posteriormente convertirse en tributario del arroyo El Carricito y este a su vez, vierte su caudal en el arroyo San Luis Gonzaga, fluyendo de norte a sur por la porción oeste de la Sierra Madre Occidental.

Con respecto a los trabajos de exploración, los barrenos BCO-07, BCO-08, BCV-01 y BVC-06 (Figura 27), se encuentran en un rango de hasta 40 m de las márgenes del arroyo La Soledad, al igual que los barrenos BCC-10, BCO-03 y BCO-04 se encuentran en un área de influencia de 40 m cercana a las márgenes de corrientes intermitentes. Cabe resaltar, que ninguna de las obras de exploración modificará el cauce de las corrientes.

De acuerdo al contexto geológico del SA, el caudal del arroyo La Soledad y Escobedo se encuentra sobre rocas volcánicas como es toba riolita, ignimbrita, además de granodiorita, granito y cuarzomonzonita, las cuales presentan fracturas por lo que tienen una permeabilidad secundaria; sin embargo, dicha característica sólo se presenta en algunas secciones de su recorrido dentro del SA. En la porción occidental del área de estudio el caudal principal recorre a través de una litología de arenisca y conglomerado, que por sus características físicas presentan permeabilidad primaria, siendo una zona de posible recarga de aguas subterráneas.

Dentro del área de estudio, se encuentran varias corrientes intermitentes, afluentes de la corriente principal, dichos caudales se encuentran principalmente sobre unidades geológicas de composición volcánica como son tobas riolíticas, ignimbrita, granodiorita, las cuales geohidrológicamente presentan permeabilidad media o baja, siempre y cuando estén fracturadas.

- **Embalses y cuerpos de agua**

De acuerdo a los datos del INEGI (2023) y a la red hidrográfica edición 2.0 de la RH10 (INEGI, 2010b), dentro y a los alrededores del SA no se identifican embalses y cuerpos de agua.

- **Calidad de agua superficial**

Referente a la calidad de aguas superficiales de la zona de interés, no se tiene información específica del arroyo La Soledad. Sin embargo, La Red Nacional de Medición de la Calidad de Agua (RENAMECA; CONAGUA, 2025), realiza el monitoreo sistemático y permanente de la calidad de agua de los principales cuerpos de agua del país; por lo que, de acuerdo a los indicadores de la calidad de agua superficial a nivel nacional del periodo de 2012-2024, se tiene información del Río Humaya (principal corriente de agua de la cuenca hidrográfica donde se sitúa el SA), el cual presenta una calidad entre buena (semáforo verde) e intermedia (semáforo amarillo).

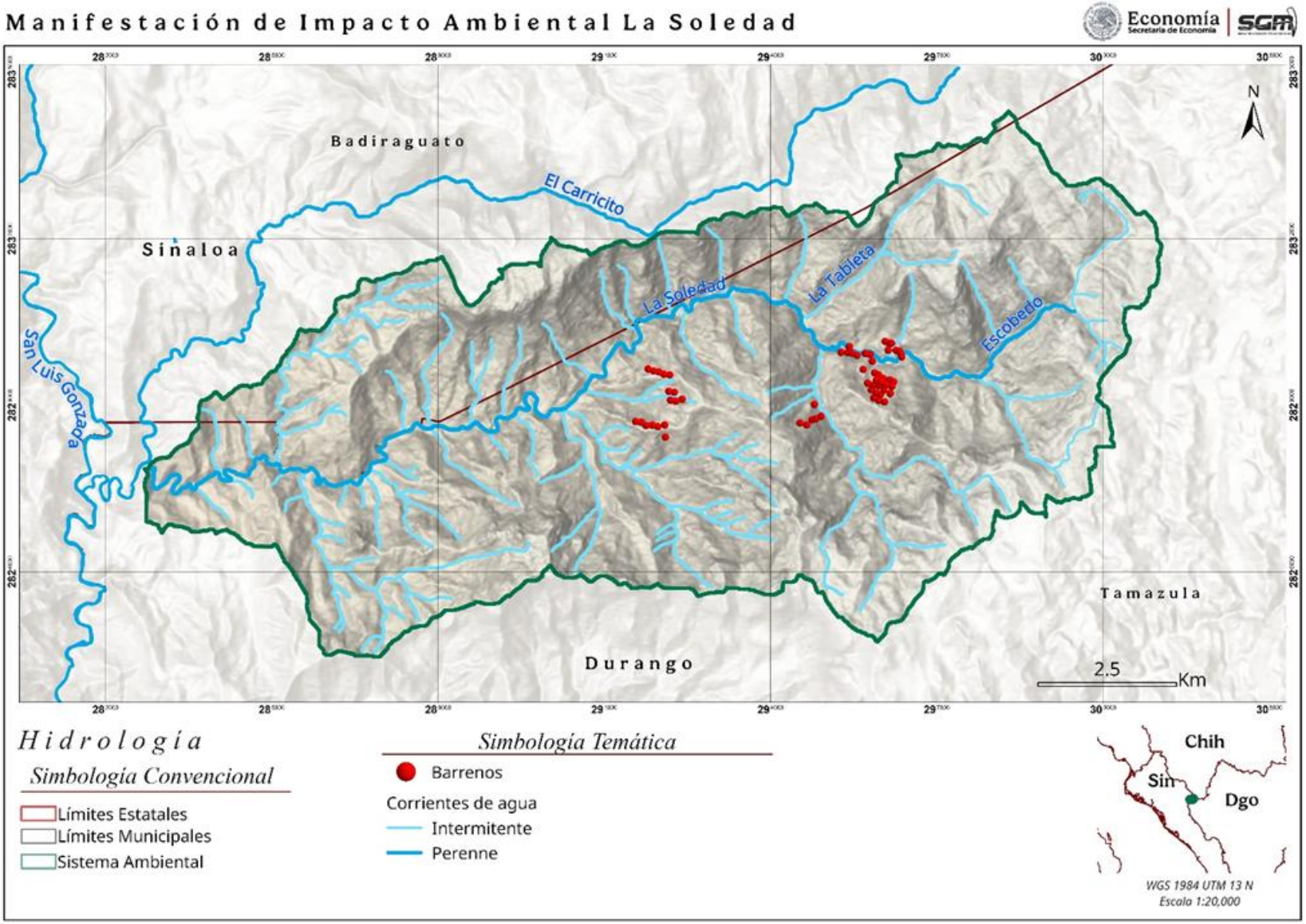


Figura 27. Hidrología superficial que inciden dentro del SA.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2010b, 2023).

De acuerdo con las actividades de uso de brechas, veredas existentes y la instalación de maquinaria en las planillas de barrenación, no se considera algún impacto sobre la calidad del agua superficial de las corrientes de agua identificadas. En cuanto al agua utilizada para la barrenación, está será ocupada de las localidades de El Cordón y del Rancho Los Caramelos (La Ventana), misma que se decantará para separar las arcillas utilizadas en la perforación, y será recirculada en el proceso, con el objetivo de utilizar el agua mínima necesaria para los trabajos.

➢ Hidrología subterránea

Con base a información de la CONAGUA (2026), se identificó que el SA se encuentra en su totalidad dentro del acuífero 2504 Río Culiacán, el cual tiene una extensión aproximada de 20,389 km^2 y se localiza en la porción central del estado de Sinaloa, abarcando parcialmente los municipios de Badiraguato, Mocorito, Navolato y Culiacán, además de pequeñas porciones de Cosalá y Angostura; en Durango abarca de manera total el municipio de Topia y parcialmente Guanacevi, Tepehuanes, Tamazula y Canelas; finalmente incluye de manera parcial a Guadalupe y Calvo en Chihuahua.

De acuerdo al contexto geológico, el basamento de la región está constituido por una secuencia conformada de pizarras, filitas y esquistos, con algunos horizontes andesíticos intercalados. Esta secuencia subyace discordantemente a las unidades de la cubierta mesozoica y paleógena; la primera está representada por rocas volcáno-areniscas calcáreas y derrames andesíticos, que subyace en relación discordante a un paquete de rocas calcáreas de estratificación masiva (arrecifales). La segunda es un paquete de rocas ignimbritas y tobas riolíticas, brechas y coladas de riolitas depositadas en aparente concordancia sobre las primeras. Intrusionando a las rocas antes descritas, afloran intrusivos de composición granodiorítica y granítico-granodiorítica que forman parte del Batolito de Sinaloa.

Sobreyaciendo concordantemente sobre el paquete de ignimbritas y tobas riolíticas, aflora una secuencia vulcanoclástica constituida por una alternancia de areniscas y limolitas, que se distribuye localmente en la porción suroriental del acuífero. Sobre esta unidad se tiene un depósito sedimentario continental formado por conglomerado polimíctico del Mioceno. Finalmente, el Cuaternario está constituido por clastos de basalto, depósitos conglomerados no consolidados, y depósitos eólicos, aluviales, lacustres y palustres.

❖ Características geohidrológicas

De acuerdo a las características geológicas, geofísicas e hidrogeológicas la CONAGUA (2024), define al acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, de pie de monte y lacustres de granulometría variada, producto del intemperismo de rocas existentes, así como por conglomerados polimícticos que rellenan los valles y constituyen el lecho y llanura de inundación de los ríos Culiacán, Tamazula y Humaya. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. Dichos depósitos presentan espesores que pueden alcanzar algunas centenas de metros en el centro de la planicie.

La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas principalmente tobas ácidas, riolitas, ignimbritas y andesitas que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

Finalmente, las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las mismas rocas volcánicas, al desaparecer el fracturamiento, y por rocas metamórficas e intrusivas.

- **Recarga y flujo subterráneo**

De acuerdo con el modelo conceptual del funcionamiento hidrodinámico del acuífero 2504 Río Culiacán, la recarga total que recibe, ocurre por tres procesos naturales principales: 1) por infiltración de agua de lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los ríos y arroyos principales, que en conjunto se consideran como recarga vital; 2) la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo; y 3) la infiltración de los excedentes del riego agrícola, que representa la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela; sin embargo, el agua residual de las descargas urbanas y de las fugas en las redes de distribución de agua potable, constituyen otras fuentes de recarga al acuífero. Estos volúmenes se integran en la componente de recarga incidental.

La dirección preferencial del flujo subterráneo es noreste-suroeste y norte-sur, paralela a la dirección de escurrimiento del Río Culiacán y de la red de drenaje superficial. Una fracción del volumen de lluvias que se precipitan en las zonas topográficamente más altas del acuífero se infiltra por las fracturas de las rocas que conforman parte de ellas y a través del pie de monte para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación.

- **Nivel estático y piezometría (Comportamiento hidráulico)**

La profundidad del nivel estático en el año 2019, presentó valores que variaron de algunos centímetros a ocho metros, los cuales se incrementan por efecto de la topografía de la zona costera y del cauce de ríos y arroyos hacia las estribaciones de las sierras que limitan el valle. Los niveles estáticos más someros, menores de 2 m, se registran en toda la zona costera, desde donde se incrementan gradualmente, conforme se asciende topográficamente. Los más profundos de 6 a 8 m, se presentan hacia las estribaciones de las elevaciones topográficas que delimitan la planicie costera, entre los poblados Caimanero que se localiza en la porción norte, Estación San Rafael y Costa Rica, que se ubican en el extremo suroriental; así como también en las inmediaciones del cauce del Río Culiacán, entre Navolato y El Potreo.

De acuerdo con la elevación del nivel estático, en 2019 se registraron valores que variaron de 2 a 30 msnm, que se incrementan en la zona costera hacia los flancos de las sierras que delimitan el acuífero y aguas arriba a lo largo del cauce de los ríos Culiacán, Tamazula y Humaya. Los valores más altos de 20 a 30 msnm, se registran en la porción norte del valle, entre los poblados Caimanero, Culiacancito y Bachigualato, desde donde desciende gradualmente por efecto de la topografía, al igual que los valores de profundidad, hacia la zona costera. Los valores más bajos, de 2 a 4 msnm, se presentan en toda la zona costera.

Estos datos no permiten especificar el valor real de la profundidad o elevación del nivel estático del acuífero dentro del área de interés, por lo que en caso de llegar al nivel estático se dará aviso a la CONAGUA y se suspenderán las labores de exploración en el sitio de barrenación.

En cuanto a la disponibilidad media anual, en su fracción relativa a las aguas subterráneas es del orden de 425.6 hm^3/año, de los cuales 241.8 hm^3 son recarga natural y 183.8 hm^3 recarga incidental. Posee una descarga natural comprometida de 193.70 hm^3/año; un volumen de extracción de aguas subterráneas de 285.35 hm^3/año; y una disponibilidad media anual negativa (déficit) de -53.45hm^3/año, por lo que el acuífero se clasifica sin disponibilidad y subexplotado.

- **Calidad del agua**

De acuerdo con los resultados de los análisis fisicoquímicos, se establece que las concentraciones de algunos iones y elementos de algunas muestras sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana NOM 127-SSA1-1994, para el agua destinada para el consumo humano. La concentración de STD, presenta valores extremos que varían de 400 a 2,800 ppm, algunos de los cuales sobrepasan el límite máximo permisible de 1,000 ppm, de manera general, predominan las concentraciones de 500 ppm en las inmediaciones del río, mientras que los valores entre 1,000 y 2,800 ppm se aprecian en las zonas cercanas a la costa. Los parámetros cuyas concentraciones superan el límite máximo permisible son alcalinidad total, sólidos totales disueltos, cloruros, nitratos, sodio, calcio y fluoruros (CONAGUA, 2024).

Con base en la clasificación establecida por la American Public Health Association (APHA, 1995, citado por la CONAGUA, 2024), el agua del acuífero se clasifica como agua dulce a salobre, ya que los valores de conductividad eléctrica varían de 700 a 5,000 μS/cm. Los valores más bajos de SDT y conductividad eléctrica se registran en la región noreste del acuífero, y se incrementan en dirección general hacia el suroeste, confirmando con ello, la dirección preferencial del flujo subterráneo.

IV.II.2 Aspectos bióticos

IV.II.2.1 Vegetación

Derivado del análisis realizado sobre el Uso de Suelo y Vegetación serie VII del (INEGI, 2021a), se determinó que, en el SA se encuentran seis tipos de vegetación natural, y un uso de suelo correspondiente a agricultura de temporal. Los tipos de vegetación identificados son bosque de encino, bosque de pino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino (Figura 28).

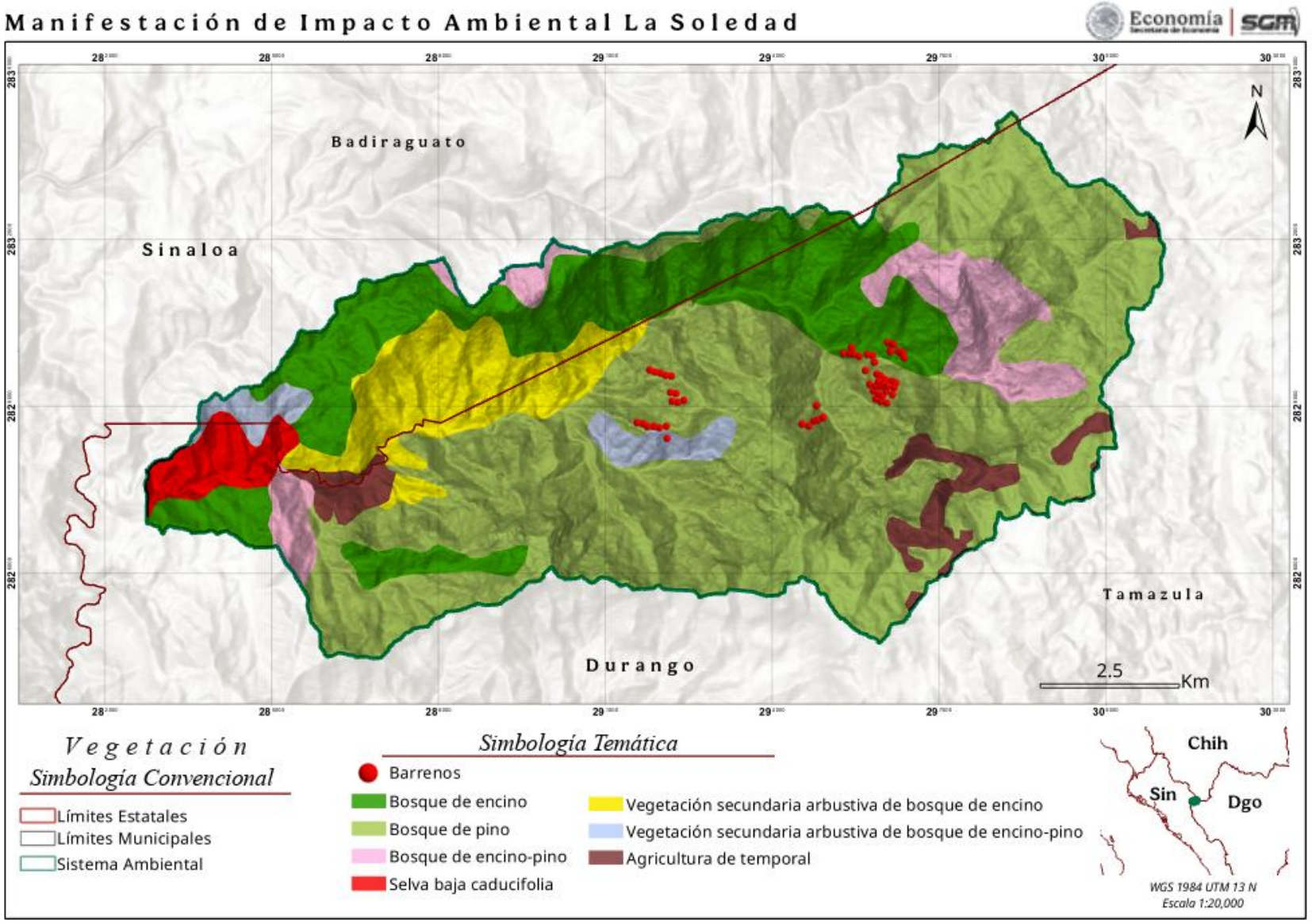


Figura 28. Vegetación presente en el SA conforme a la cartografía del INEGI.
Fuente: Elaboración propia con datos del (INEGI, 2021a).

Con respecto a la descripción e interpretación de la información, se utilizó la Guía para la Interpretación de Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación serie VII (INEGI, 2021b), y el libro de Vegetación de México (Rzedowski, 2006); además, la descripción fue complementada con las observaciones durante los trabajos de campo, haciendo énfasis en los sitios de interés (Fotografía 15).



Fotografía 15. Panorámica del SA.

- **Bosque de Encino**

Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles), se encuentran distribuidas en casi todo el país, salvo condiciones muy áridas, especialmente se ubican en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. Crecen en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26°C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. El tamaño de los árboles va de los 4 hasta los 30 m de altura y los bosques pueden ser abiertos o muy densos. Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), entre otros. Estos árboles son perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto (INEGI, 2021b).

❖ **Bosque de Pino**

Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28°C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1,200 mm. Se encuentra de los 150 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75%, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta.

Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino de montaña mexicano (*P. hartwegii*), ocote blanco *(P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), entre otros (INEGI, 2021b).

❖ **Bosque de Encino-Pino o Pino-Encino**

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2,500 mm, en cuanto a la altitud oscila entre los 300 y 2,800 msnm.

Las comunidades están conformadas por diferentes especies de encino (*Quercus spp.*) y de pino (*Pinus spp.*). Algunas de las especies más comunes son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino amarillo (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), pino chino (*Pinus leiophylla*), pino de montaña mexicano (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*) entre varios más. La única diferencia entre ambos conjuntos de bosques, es la dominancia de la especie en el ecosistema (INEGI, 2021b).

❖ **Selva Baja Caducifolia**

Comunidad vegetal con árboles cuya altura está comprendida entre los 4 y 15 metros, y que se caracteriza porque más del 75% de sus árboles dominantes pierden totalmente el follaje durante la época seca del año (6-8 meses). Se desarrolla en climas cálidos y subhúmedos, semisecos o subsecos, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Es una de las selvas de mayor distribución en México, encontrándose en la Península de Yucatán, en las Llanuras Costeras del Golfo, estribaciones de la Sierra Madre Oriental, Depresión de Chiapas, estribaciones

pacíficas de la Sierra Madre del Sur, casi toda la cuenca del Balsas y del Tepalcatepec y hacia la base occidental de la Sierra Madre Occidental penetrando por los cañones en casi toda su longitud hasta el estado de Sonora.

Su composición florística es muy variada de un lugar a otro, siendo algunas de ellas las siguientes: palo mulato (*Bursera simaruba*), cuajiotes, papelillos, copales (*Bursera spp.*). Gran parte de su área de distribución está sujeta a actividades agrícolas y pecuarias a base de agricultura de temporal seminómada o nómada; las áreas desmontadas para este fin, una vez abandonadas, son sujetas a quemas anuales para inducir pastizales con fines pecuarios. Muchas de las especies arbóreas son utilizadas con fines forestales maderables (INEGI, 2015).

- **Vegetación secundaria**

Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original y en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se consideran las siguientes etapas de sucesión secundaria: vegetación secundaria arbórea (VSA_), vegetación secundaria arbustiva (VSa_), y vegetación secundaria herbácea (VSh_; INEGI, 2021b).

De acuerdo con el INEGI (2021b) y la CONABIO (2025), se elaboró un listado de las especies con probabilidad de incidencia en la superficie que abarca el SA (Tabla 23). Por otro lado, en el Anexo V, se presenta la descripción de las especies observadas dentro de las planillas. Cabe destacar que ninguna de las especies identificadas en el área de interés, presenta alguna categoría de riesgo, esto de acuerdo con la revisión de posibles especies de incidencia con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 23. Especies de vegetación con probabilidad de incidencia en el área de estudio.

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreas	Asteraceae	*Montanoa leucantha* **	Talaco	Sin estatus
	Burseraceae	*Bursera fagaroides* *	Torote	Sin estatus
	Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens* **	Cazahuate blanco	Sin estatus
	Ericaceae	*Arbutus glandulosa* **	Madroño	Sin estatus
		Arbutus tessellata **	Madroño mexicano	Sin estatus
		Arbutus xalapensis *	Guayabillo	Sin estatus
	Fabaceae	*Acacia pennatula* **	Tepame	Sin estatus
		Acaciella angustissima **	Guajillo	Sin estatus
		Cajanus cajan **	Frijol de palo	Sin estatus
	Fagaceae	*Quercus albocincta* **	Roble	Sin estatus
		Quercus castanea **	Encino capulincillo	Sin estatus
		Quercus confertifolia *	Encino blanco	Sin estatus
		Quercus carssifolia **	Encino colorado	Sin estatus
		Quercus microphylla **	Encino enano	Sin estatus
		Quercus obtusata **	Oreja de burro	Sin estatus
		Quercus rugosa **	Encino quiebra hacha	Sin estatus

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
		Quercues sideroxyla **	Chaparro	Sin estatus
	Pinaceae	*Abies neodurangensis* *	Oyamel norteño	Sin estatus
		Pinus engelmannii *	Pino apache	Sin estatus
		Pinus devoniana *	Pino escobetón	Sin estatus
		Pinus leiophylla *	Pino chimonque	Sin estatus
		Pinus lumholtzii **	Pino triste	Sin estatus
		Pinus oocarpa *	Pino ocote	Sin estatus
		Pinus pseudostrobus *	Pino lacio	Sin estatus
		Pinus rudis **	Ocote	Sin estatus
		Pinus teocote **	Pino azteca	Sin estatus
	Verbenaceae	*Lippia umbellata* **	Hierba dulce	Sin estatus
Arbustivas	Asteraceae	*Baccharis pteronioides* **	Escobilla	Sin estatus
		Baccharis salicina **	Bacharis	Sin estatus
		Critonia hospitalis **	Tabaquillo	Sin estatus
		Critoniopsis triflosculosa *	Siete pelejos	Sin estatus
		Decachaeta haenkeana **	Clarín	Sin estatus
		Roldana candicans *	Hediondilla	Sin estatus
		Vernonia liatroides *	Tacote	Sin estatus
	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens* **	Pingüica	Sin estatus
	Fabaceae	*Mimosa aculeticarpa* **	Espino	Sin estatus
		Mimosa biuncifera **	Garabatillo	Sin estatus
		Senna pallida **	Abejón	Sin estatus
	Grossulariaceae	*Ribes mescalerium* *	Grosella mesccalera	Sin estatus
	Hydrangeaceae	*Hydrangea seemannii* *	Mehhiko hortensia	Sin estatus
	Lamiaceae	*Salvia regla* **	Aretillo	Sin estatus
	Ranunculaceae	*Clematis dioica* **	Barba de chivo	Sin estatus
	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana* **	Tullidora	Sin estatus
	Sapindaceae	*Dodonaea viscosa* **	Chapulixtle	Sin estatus
	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata* **	Lengua de toro	Sin estatus
	Solanaceae	*Solanum torvum* **	Amaclancle	Sin estatus
	Verbenaceae	*Lantana canescens* **	Hierba de javillas	Sin estatus
Herbáceas	Asteraceae	*Ageratina acevedoana* *	Hierba de golpe	Sin estatus
		Ageratina adenophora **	Flor de espuma	Sin estatus
		Ageratina petiolaris ***	Amargocilla	Sin estatus
		Baccharis heterophylla ***	Escoba chica	Sin estatus
		Bartlettina karwinskiana ***	Té hierba	Sin estatus
		Elephantopus mollis ***	Cebadilla	Sin estatus
		Erigeron longipes ***	Chalchuán	Sin estatus
		Guardiola rosei *	Hierba de la virgen	Sin estatus
		Heterotheca subaxillaris ***	Falso alcanfor	Sin estatus
		Packera bellidifolia *	Calancapatle	Sin estatus
		Psacalium eriocarpum ***	Camote	Sin estatus
		Pseudognaphalium canescens ***	Manzanilla del río	Sin estatus
		Stevia serrata *	Burrillo	Sin estatus
		Tagetes lucida ***	Pericón	Sin estatus

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
		Symphyotrichum potosinum *	Santa Rita Mountain aster	Sin estatus
	Campanulaceae	*Lobelia fenestralis* **	Cola de zorra	Sin estatus
	Convolvulaceae	*Evolvulus alsinoides* ***	Pico de pájaro	Sin estatus
	Crassulaceae	*Graptopetalum filiferum* *	Graptopétalo	Sin estatus
	Fabaceae	*Crotalaria mollicula* ***	Chipilín de monte	Sin estatus
		Crotalaria pumila ***	Chipil	Sin estatus
		Crotalaria sagittalis ***	Sonajilla	Sin estatus
		Dalea foliolosa **	Almaraduz	Sin estatus
		Desmodium grahamii **	Pegarropa	Sin estatus
		Eriosema crinitum ***	Eriosema	Sin estatus
		Eriosema diffusum ***	Sand peas	Sin estatus
	Heliotropaceae	*Heliotropium procumbens* **	Cola de alacrán	Sin estatus
	Lamiaceae	*Clinopodium vulgare* ***	Albahaca morada	Sin estatus
		Ocimum campechianum ***	Albahaca de monte	Sin estatus
		Salvia elegans ***	Hierba del burro	Sin estatus
		Salvia lavanduloides ***	Alucema	Sin estatus
		Salvia polystachya *	Romerillo	Sin estatus
	Orobanchaceae	*Castilleja arvensis* ***	Cresta de gallo	Sin estatus
		Conopholis alpina *	Elotes de coyote	Sin estatus
	Poaceae	*Muhlembergia robusta* ***	Zacate de escobillas	Sin estatus
		Muhlenbergia tenuifolia *	Zacate espinilla	Sin estatus
		*Bouteloua curtipendula***	Pasto Banderita	Sin estatus
	Rosaceae	*Potentilla anserina* **	Hierba plateada	Sin estatus
	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia* ***	Aretillo	Sin estatus
		Richardia scabra ***	Sangre de toro	Sin estatus
Cactáceas	Cactaceae	*Echinocereus ortegae* *	Alicoche de Tamazula	Sin estatus
		Echinocereus olyacanthus *	Alicoche de la Sierra Madre Occidental	Sin estatus
		Echinocereus topiensis *	Alicoche huichol	Sin estatus
		Opuntia leucotricha *	Nopal duraznillo	Sin estatus
Criptógamas	Hedwigiaceae	*Braunia secunda* **	Musgo	Sin estatus
	Parmeliaceae	*Flavoparmelia caperata* **	Líquen escudo verde	Sin estatus
	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum* ***	Helecho águila	Sin estatus

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2021b), y CONABIO (2025).

*Especies con probabilidad de incidencia de acuerdo con la literatura consultada.

**Especies registradas fuera de las planillas de barrenación y aledañas al área de estudio.

***Especies registradas dentro de las planillas.

- **Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Ninguna de las especies antes mencionadas se encuentra bajo alguna categoría de la lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.II.2.2 Fauna

La fauna silvestre es un indicador clave para el equilibrio ecológico, así como para el estado de conservación de los ecosistemas; ésta depende principalmente del entorno, las condiciones climáticas, estaciones del año, factores físicos, y de la vegetación.

Para este proyecto se realizó un análisis previo, el cual consistió en la revisión bibliográfica de diversidad faunística en el sitio para tener un panorama sobre la probabilidad de incidencia de especies en el SA; sin embargo, no se encontraron estudios que abarcaran la superficie del SA, ni sus colindancias. Por lo tanto, se consultaron datos del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad CONABIO (2025) para conocer los avistamientos sobre los ejemplares de los diferentes grupos biológicos. De igual forma, con la finalidad de obtener mayor información sobre el tema, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre avistamientos de fauna en un radio de incidencia de 5 km del SA.

Las especies identificadas se encuentran enlistadas en la Tabla 24; igualmente se incluye su estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), el Apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2026), si es el caso; así como la categoría basada en el riesgo de extinción según The IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2026).

Tabla 24. Listado de fauna con probabilidad de incidencia en el SA.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
Anfibios	Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra de la Sierra Madre Occidental	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Ambystoma velasci	Salamandra tigre de meseta	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
	Hylidae	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	Apéndice II	LC
	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	-	LC
	Cathartiformes	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	LC
	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma encinera	-	-	LC
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-	LC
	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	-	-	LC
	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	-	-	LC
	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Cócono	-	-	LC
	Picidae	*Dryobates arizonae*	Carpintero de Arizona	-	-	-
	Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorra serrana occidental	En Peligro de Extinción (P)	Apéndice I	En Peligro (EN)
	Strigidae	*Aegolius acadicus*	Tecolote oyamelero norteño	-	Apéndice II	LC
		Strix occidentalis	Búho moteado	Amenazada (A)	-	Casi Amenazado

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
						(NT)
	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	-	LC
Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	LC
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	LC
	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	-	LC
	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	-	-	LC
		Peromyscus melanotis	Ratón orejas negras	-	-	LC
	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo	-	-	LC
		Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	-	-	-
	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris	-	-	LC
	Felidae	*Lynx rufus*	Lince americano	-	Apéndice II	LC
		Puma concolor	Puma	-	Apéndice II	LC
	Geomyidae	*Megascapheus umbrinus*	Tuza	-	-	LC
	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	-	LC
		Sylvilagus holzneri	Conejo de las montañas manzano	-	-	-
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	LC
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí norteño	-	Apéndice III	LC
		Procyon lotor	Mapache	-	-	LC
	Tayassuidae	*Tayassu pecari*	Pecarí de labios blancos	-	Apéndice II	VU (Vulnerable)
		Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	-	-	LC
	Sciuridae	*Sciurus aberti*	Ardilla de Abert	-	-	LC
	Vespertilionidae	*Myotis thysanodes*	Murciélago ratón peludo	-	-	LC
Reptiles	Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Lagarto de chaquira	Amenazada (A)	Apéndice II	LC
	Natricidae	*Thamnophis rufipunctatus*	Culebra de agua de cabeza angosta	-	-	LC
		Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental	-	-	LC
	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Cascabel del Pacífico	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
		Crotalus pricei	Cascabel de manchas gemelas	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Crotalus willardi	Cascabel de nariz surcada de la Sierra Madre Occidental	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONABIO (2025).
Nota: LC = Preocupación menor, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

El grupo con mayor cantidad de ejemplares en el SA corresponde al de los mamíferos, los cuales tienen una amplia distribución en el país. Es importante recalcar que, el tipo de proyecto planeado no contempla la realización de actividades que fraccionen el hábitat debido a que las planillas se establecerán sobre áreas abiertas, por lo cual, no habrá ningún tipo de daño a la fauna silvestre. Sin embargo, en caso de observar dichas especies se llevarán a cabo métodos de ahuyentamiento; no obstante, se estima que no será necesario por la ausencia de señales que indiquen presencia de animales, como lo son refugios, madrigueras o nidos.

- **Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010**

De acuerdo con el listado de fauna silvestre con probabilidad de incidencia en el SA, se observa que, existen ocho especies bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; de las cuales, dos corresponden al grupo de anfibios, dos al de aves, y cuatro al de reptiles.

Asimismo, *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana occidental), y *Strix occidentalis* (búho moteado), se encuentran en las categorías de En Peligro (EN), y Casi Amenazado (NT), respectivamente, según The IUCN Red List of Threatened Species.

De igual forma, *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana occidenta), se encuentra en el Apéndice I del CITES, lo que significa que, se prohíbe el comercio internacional de esta especie, salvo que éste sea con fines de investigación científica. Por otro lado, *Buteo jamaicensis* (aguililla cola roja), *Aegolius acadicus* (tecolote oyamelero norteño), *Lynx Rufus* (lince americano), *Puma concolor* (puma), *Tayassu pecari* (pecarí de labios blancos), y *Heloderma horridum* (lagarto de chaquira) se encuentran bajo lo establecido en el Apéndice II, lo que indica que el comercio puede autorizarse siempre y cuando se conceda un permiso de exportación o un certificado de re exportación. Finalmente, *Nasua narica* (coatí norteño) se incluye en el Apéndice III, es decir, que, esta especie ya es comerciada, y se necesita de la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible ilegal de ésta.

IV.II.3 Análisis de vegetación

Durante los trabajos de campo se identificó que, las actividades antropogénicas han jugado un papel importante en la degradación del SA, ya que se observa una alteración evidente en el

ecosistema ocasionada por la actividad ganadera. Asimismo, cabe mencionar que, la vegetación en algunas de las planillas se encuentra muy afectada en consecuencia de la excesiva carga animal.

En la Tabla 25 se observa el tipo de vegetación presente en cada planilla según la carta de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, serie VII del INEGI (2021a), y el libro Vegetación de México de Rzedowski (2006), en comparación con la identificada en campo; dando como resultado que la vegetación sí corresponde con lo consultado, a excepción de las planillas BCO-02, BCO-03, BCV-05, BCV-06 y BCV-07 que, actualmente se encuentran descritas como áreas de agricultura abandonadas según los recorridos en campo.

Tabla 25. Tipo de vegetación por planilla en el SA.

Planilla	Tipo de vegetación con base en el INEGI (2021a), y Rzedowski (2006)	Tipo de vegetación identificado en campo
BCO-01	Bosque de encino	Bosque de encino
BCO-02	Bosque de encino	Agricultura abandonada
BCO-03	Bosque de encino	Agricultura abandonada
BCO-04	Bosque de encino	Bosque de encino
BCO-05	Bosque de encino	Bosque de encino
BCO-06	Bosque de encino	Bosque de encino
BCO-07	Bosque de encino	Bosque de encino
BCO-08	Bosque de encino	Bosque de encino
BCC-17	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino
BCC-10	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-16	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-09	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-15	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-08	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-07	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-14	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-06	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-13	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-05	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-12	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-04	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-11	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-03	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-02	Bosque de pino	Bosque de pino
BCC-01	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-02	Bosque de encino	Bosque de encino
BCV-07	Bosque de encino	Agricultura abandonada
BCV-03	Bosque de encino	Bosque de encino
BCV-01	Bosque de encino	Bosque de encino
BCV-04	Bosque de encino	Bosque de encino
BCV-05	Bosque de encino	Agricultura abandonada
BCV-06	Bosque de encino	Agricultura abandonada
BCV-09	Bosque de pino	Bosque de pino

Planilla	Tipo de vegetación con base en el INEGI (2021a), y Rzedowski (2006)	Tipo de vegetación identificado en campo
BCV-08	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-10	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-12	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-11	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-18	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-15	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-13	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-14	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-25	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-22	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-19	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-16	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-17	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-28	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-26	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-23	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-20	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-21	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-29	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-27	Bosque de pino	Bosque de pino
BCV-24	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-02	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-06	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-03	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-04	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-05	Bosque de pino	Bosque de pino
BCM-01	Bosque de pino	Bosque de pino

Elaboración propia con datos de campo e información de INEGI (2021a) y Rzedowski (2006).

IV.II.3.1Descripción de la vegetación en planillas

- **Área Cocoyome**

El tipo de vegetación de esta superficie denominada área Cocoyome corresponde a bosque de encino; sin embargo, también se identificaron zonas en donde se ha llevado a cabo la actividad agrícola, durante el periodo de actividades en campo esta actividad se encontró pausada; no obstante, según información de los pobladores, la actividad se reactiva depende la época del año.

Con el objetivo de no repetir la información, a continuación, se mencionarán de manera general las especies que se identificaron en el área Cocoyome, pero que se ubican fuera de las planillas de barrenación. Los ejemplares identificados de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo corresponden a las especies: *Acacia pennatula* (tepame), *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Buddleja cordata* (lengua de toro), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heliotropium procumbens* (cola de alacrán), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Ipomoea arborescens* (cazahuate blanco), *Lippia*

umbellata (hierba dulce), *Mimosa aculeaticarpa* (espino), *Montanoa leucantha* (talaco), *Ocimum campechianum* (albahaca del monte), *Salvia lavanduloides* (alucema), *Salvia regla* (aretillo) y *Senna pallida* (abejón).

Las especies que fueron identificadas dentro de cada planilla de barrenación se mencionan a continuación; cabe mencionar las planillas fueron ubicadas de tal forma de evitar dañar la vegetación, principalmente al estrato arbóreo y arbusivo, por lo que el estrato herbáceo será el único que será chapoleado, cabe hacer mención que dentro de este estrato no se llevará a cabo la reubicación de ningún espécimen.

- **BCO-01**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a: *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila (*chipil) y *Salvia elegans* (hierba del burro). Tal como se aprecia en la Fotografía 16, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo, sin embargo, se puede observar en la imagen la afectación que genera la presencia del ganado que ahí pastorea en esas áreas, por lo que debido esas condiciones se establece la planilla con el objetivo que al encontrarse impactada por el ganado eso permite que sea menor el impacto por las actividades propuestas para la barrenación.



Fotografía 16. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-01.

❖ **BCO-02**

Como se había comentado anteriormente, algunas superficies del Área Cocoyome presentan un uso de suelo agrícola; tal es el caso de esta planilla de barrenación que, si bien, actualmente la agricultura está abandonada, sí hay rastros de esta actividad. Con respecto a la vegetación que se encuentra dentro de la planilla, se registró la presencia de ejemplares de *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). De igual forma, como se aprecia en la Fotografía 17, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo y arbustivo en el área propuesta de la planilla.



Fotografía 17. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-02.

❖ **BCO-03**

Esta planilla se encuentra en la misma situación que la anterior (BCO-02), se ubica en un área con uso agrícola, la cual al momento de la visita se encontraba abandonada, sin embargo, estas en fechas próximas serán nuevamente trabajadas para la agricultura de temporal. Con respecto a la vegetación presente, se registraron individuos de las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila (*chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita) *y Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). Dentro de la planilla, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo (Fotografía 18).



Fotografía 18. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-03.

- **BCO-04**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). Tal como se aprecia en la Fotografía 19, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de esta planilla.



Fotografía 19. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-04.

❖ **BCO-05**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas) y *Salvia elegans* (hierba del burro). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 20, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo, únicamente herbáceas.



Fotografía 20. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-05.

❖ **BCO-06**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila (*chípil), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 21, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo dentro de la planilla y las especies que se encuentran fuero de estas planillas ya fueron mencionadas al inicio de la descripción.



Fotografía 21. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-06.

❖ **BCO-07**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila (*chipil), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), y *Salvia elegans* (hierba del burro). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 22, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo y arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 22. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-07.

❖ **BCO-08**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a: *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), y *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), los cuales no superan los 15 cm de altura. Esto debido a que esta planilla se encuentra a un lado de la vereda, por lo que la vegetación existente es constantemente chapoleada por los pobladores cuando hacen sus faunas de limpieza de veredas, cabe hacer mención que no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla (Fotografía 23).



Fotografía 23. Imagen representativa de la planilla del barreno BCO-08.

- **Área Cerro Verde**

La superficie denominada Área Cerro Verde se encuentra presente en los tipos de vegetación de bosque de encino y bosque de pino; sin embargo, tres planillas de barrenación se ubican en lo que se identificó como agrícola, la cual no está reportada en la cartografía de uso de suelo. Más adelante, en la descripción por barreno, se hace énfasis de esta información; asimismo, cabe reiterar que, la vegetación presente en las planillas corresponde al estrato herbáceo, debido a que también se acomodaron para que no se afecte el estrato arbustivo y arbóreo y con ello tener que realizar alguna reubicación de individuos.

De manera general se hará una descripción de las especies de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo que se identificaron fuera de las 29 planillas de barrenación correspondientes a esta área, y que conforman la vegetación de los bosques templados. Las especies identificadas son: *Acacia pennatula* (tepame), *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Arctostaphylos pungens* (pingüica), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Baccharis salicina* (bacharis), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Cajanus cajan* (frijol de palo), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* chipil), *Dalea foliolosa* (almadaruz), *Decachaeta haenkeana* (clarín), *Desmodium grahamii* (pegarropa), *Elephantopus mollis* (cebadilla), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Eriosema crinitum* (eriosema), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Lantana canescens* (hierba de javillas), *Lippia umbellata* (hierba dulce), *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas), *Ocimum campechianum* (albahaca de monte), *Pinus Lumholtzii* (pino triste), *Pinus Rudis* (ocote), *Pinus Teocote* (pino azteca), *Pseudognaphalium canescens* (manzanilla del río), *Pteridium aquilinum* (helecho águila), *Quercus albocincta* (roble), *Richardia scabra* (sangre de toro), *Salvia lavanduloides* (alucema), *Senna pallida* (abejón), y *Tagetes lucida* (pericón), siendo estas especies las más dominantes del área.

- **BCV-01**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Richardia scabra* (sangre de toro), y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 24, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo, cabe hacer mención que se identificó al *Ageratina petiolaris* (amargocilla), con un crecimiento mayor en aquellas áreas donde la luz del sol no es una limitante en su desarrollo.



Fotografía 24. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-01.

- **BCV-02**

La vegetación presente en la planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Elephantopus mollis* (cebadilla), y *Erigeron longipes* (chalchuán). Tal como se aprecia en la Fotografía 25, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 25. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-02.

- **BCV-03**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla están las especies *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Crotalaria pumila* (chipil), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Como se aprecia en la Fotografía 26, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo o arbustivo ya que las planillas se acomodaron de tal forma que los árboles queden fuera de estas.



Fotografía 26. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-03.

- **BCV-04**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Pteridium aquilinum* (helecho águila) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 27 no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla BCV-04.



Fotografía 27. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-04.

❖ **BCV-05**

Como se comentó anteriormente, algunas superficies del área Cerro Verde presentan un uso de suelo agrícola; tal es el caso de esta planilla de barrenación que, si bien, actualmente la agricultura está abandonada, sí hay rastros de esta actividad. Con respecto a la vegetación que se encuentra dentro de la planilla, se registró la presencia de ejemplares de las siguientes especies: *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas), De igual forma, como se aprecia en la Fotografía 28.



Fotografía 28. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-05.

❖ **BCV-06**

Para el caso de esta planilla, la situación del uso de suelo es la misma que la de la planilla BCV-05, está catalogada como una superficie de agricultura abandonada. Con respecto a la vegetación presente, se registraron individuos de las especies *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Elephantopus mollis* (cebadilla), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), y *Richardia scabra* (sangre de toro). Tal como se aprecia en la Fotografía 29.



Fotografía 29. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-06.

❖ **BCV-07**

De igual forma, el uso de suelo de esta planilla corresponde a agricultura abandonada. La vegetación la conforman individuos de las siguientes especies: *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Eriosema crinitum* (eriosema) y *Pseudognaphalium canescens* (manzanilla de río). Tal como se aprecia en la Fotografía 30.



Fotografía 30. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-07.

❖ **BCV-08**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 31, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo o arbustivo.



Fotografía 31. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-08.

❖ **BCV-09**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). En la Fotografía 32 se observa que no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de esta planilla.



Fotografía 32. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-09.

❖ **BCV-10**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Elephantopus mollis* (cebadilla), y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 33, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 33. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-10.

❖ **BCV-11**

La vegetación presente en la planilla de barrenación BCV-11 corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Elephantopus mollis* (cebadilla), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 34, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 34. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-11.

❖ **BCV-12**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 35, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 35. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-12.

❖ **BCV-13**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), y *Richardia scabra* (sangre de toro). Tal como se aprecia en la Fotografía 36, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 36. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-13.

❖ **BCV-14**

Para el caso de esta planilla, se registraron individuos de las especies *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Dentro de la planilla, tal como se aprecia en la Fotografía 37, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo.



Fotografía 37. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-14.

❖ **BCV-15**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 38, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 38. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-15.

❖ **BCV-16**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 39, en este caso la presencia de herbáceas es mayor debido a la exposición norte del terreno, dando como resultado una mayor humedad del área, no se tiene arbustos ni arbolado dentro de la planilla propuesta.



Fotografía 39. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-16.

❖ **BCV-17**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla BCV-17 incluye a las especies *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Erigeron longipes* (chalchuán) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 40, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 40. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-17.

❖ **BCV-18**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 41, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla únicamente especies herbáceas.



Fotografía 41. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-18.

❖ **BCV-19**

Para el caso de esta planilla de barrenación, la vegetación que se encuentra dentro corresponde a las siguientes especies: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Elephantopus mollis* (cebadilla), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Richardia scabra* (sangre de toro) y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, como se aprecia en la Fotografía 42, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo ni arbustivo, se identificó que en el área el suelo presenta más humedad influyendo en el crecimiento de las herbáceas a mayor altura que en otras áreas con menor humedad en el suelo.



Fotografía 42. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-19.

❖ **BCV-20**

Para el caso de esta planilla, la vegetación presente abarca las siguientes especies: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Richardia scabra* (sangre de toro), *Salvia lavanduloides* (alucema) y *Tagetes lucida* (pericón). Dentro de la planilla, tal como se aprecia en la Fotografía 43, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo.



Fotografía 43. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-20.

❖ **BCV-21**

La vegetación de esta planilla la conforman individuos de las siguientes especies: *Clinopodium vulgare* (albahaca morada) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Dentro de la planilla, tal como se aprecia en la Fotografía 44, no se encuentra presente ningún individuo arbóreo ni arbustivos.



Fotografía 44. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-21.

❖ **BCV-22**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 45, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo y arbustivo dentro de la planilla propuesta.



Fotografía 45. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-22.

❖ **BCV-23**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 46, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 46. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-23.

❖ **BCV-24**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 47, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 47. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-24.

❖ **BCV-25**

La vegetación presente en la planilla de barrenación BCV-25 corresponde a individuos herbáceos de *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 48, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 48. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-25.

❖ **BCV-26**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla solo se tiene *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). Es un área donde se tiene la roca madre aflorando, quedando únicamente el pasto y acículas que tiran los pinos presentes en el área como se observa en la Fotografía 49.



Fotografía 49. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-26.

❖ **BCV-27**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Erigeron longipes* (chalchuán) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 50. No se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo o arbustivo.



Fotografía 50. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-27.

❖ **BCV-28**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 51, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 51. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-28.

❖ **BCV-29**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro) y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas). Tal como se aprecia en la Fotografía 52, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 52. Imagen representativa de la planilla del barreno BCV-29.

➢ **Área Cerro La Mica**

El Área Cerro La Mica presenta una vegetación de bosque de pino. De manera general se hará una descripción de las especies de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo que se identificaron fuera de las seis planillas de barrenación correspondientes a esta superficie, y que conforman la vegetación de bosques de pino. Las especies identificadas son: *Acacia pennatula* (tepame), *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Arctostaphylos pungens* (pingüica), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Baccharis salicina* (bacharis), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Cajanus cajan* (frijol de palo), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* chípil), *Dalea foliolosa* (almadaruz), *Decachaeta haenkeana* (clarín), *Desmodium grahamii* (pegarropa), *Elephantopus mollis* (cebadilla), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Eriosema crinitum* (eriosema), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Lantana canescens* (hierba de javillas), *Lippia umbellata* (hierba dulce), *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas), *Ocimum campechianum* (albahaca de monte), *Pinus Lumholtzii* (pino triste), *Pinus Rudis* (ocote), *Pinus Teocote* (pino azteca), *Pseudognaphalium canescens* (manzanilla del río), *Pteridium aquilinum* (helecho águila), *Richardia scabra* (sangre de toro), *Salvia lavanduloides* (alucema), *Senna pallida* (abejón), y *Tagetes lucida* (pericón). En la descripción por barreno se hace énfasis de la vegetación de estrato herbáceo que se encuentra presente; asimismo, cabe reiterar que, no se requiere de la reubicación de ejemplares de ningún estrato.

❖ **BCM-01**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro) y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 53, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 53. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-01.

❖ **BCM-02**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Richardia scabra* (sangre de toro) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 54, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 54. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-02.

❖ **BCM-03**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Tagetes lucida* (pericón). Tal como se aprecia en la Fotografía 55, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 55. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-03.

❖ **BCM-04**

La vegetación presente en la planilla de barrenación BCM-04 corresponde a individuos herbáceos de *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil) y *Erigeron longipes* (chalchuán). Tal como se aprecia en la Fotografía 56 no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 56. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-04.

❖ **BCM-05**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 57, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 57. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-05.

❖ **BCM-06**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla son *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Richardia scabra* (sangre de toro) y *Tagetes lucida* (pericón). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 58, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 58. Imagen representativa de la planilla del barreno BCM-06.

- **Área Cerro del Cobre**

El tipo de vegetación de esta superficie denominada área Cerro del Cobre corresponde a bosque de pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino. Se realiza una descripción de manera general de las especies que se identificaron fuera de las planillas de barrenación. En la descripción de los barrenos solo se hará énfasis a las especies que se encuentre dentro de cada planilla; cabe mencionar que todas éstas corresponden al estrato herbáceo, no se omite mencionar que no se propone la reubicación de ningún espécimen.

Los ejemplares identificados de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo corresponden a las especies: *Acacia pennatula* (tepame), *Acaciella angustissima* (guajillo), *Ageratina adenophora* (flor de espuma), *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Arbutus tessellata* (madroño mexicano), *Baccharis pteronioides* (escobilla), *Bartlettina karwinskiana* (té hierba), *Bouvardia ternifolia* (aretillo), *Braunia secunda* (musgo), *Cajanus cajan* (frijol de palo), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Clematis dioica* (barba de chivo), *Clinopodium vulgare* (albahaca morada), *Critonia hospitalis* (tabaquillo), *Crotalaria mollicula* (chipilín de monte), *Crotalaria pumila* (chipil), *Crotalaria sagittalis* (sonajilla), *Dodonaea viscosa* (chapulixtle), *Erigeron longipes* (chalchuán), *Eriosema diffusum* (sand peas), *Flavoparmelia caperata* (líquen escudo verde), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Lantana canescens* (hierba de javillas), *Lippia umbellata* (hierba dulce), *Lobelia fenestralis* (cola de zorra), *Mimosa biuncifera* (garabatillo), *Muhlembergia robusta* (zacate de escobillas), *Pinus Lumholtzii* (pino triste), *Pinus Rudis* (ocote), *Pinus Teocote* (pino azteca), *Potentilla anserina* (hierba plateada), *Pseudognaphalium canescens* (manzanilla del río), *Pteridium aquilinum* (helecho águila), *Quercus albocincta* (roble), *Quercus castanea* (encino capulincillo), *Quercus crassifolia* (encino colorado), *Quercus microphylla* (encino enano), *Quercus obtusata* (oreja de burro), *Quercus rugosa* (encino quiebra hacha), *Quercus sideroxyla* (chaparro), *Salvia elegans* (hierba del burro), *Senna pallida* (abejón), *Solanum torvum* (amaclancle).

- **BCC-01**

Como se aprecia en la Fotografía 59, esta planilla se encuentra casi en su totalidad desprovista de vegetación. los individuos encontrados fueron *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla).



Fotografía 59. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-01.

❖ **BCC-02**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla BCC-02 incluye a las especies *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 60, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 60. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-02.

❖ **BCC-03**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Crotalaria pumila* (chipil), *Crotalaria sagittalis* (sonajilla), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). como se aprecia en la Fotografía 61 no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 61. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-03.

❖ **BCC-04**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla corresponde únicamente a *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), tal como se aprecia en la Fotografía 62, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 62. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-04.

❖ **BCC-05**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 63, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 63. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-05.

❖ **BCC-06**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria pumila* (chipil) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 64, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo.



Fotografía 64. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-06.

❖ **BCC-07**

La vegetación presente en la planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Baccharis heterophylla* (escoba chica), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria pumila* (chipil), *Crotalaria sagittalis* (sonajilla), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). Tal como se aprecia en la Fotografía 65.



Fotografía 65. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-07.

❖ **BCC-08**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla son las especies *Crotalaria mollicula* (chipilín de monte), *Crotalaria pumila* (chipil) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 66.



Fotografía 66. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-08.

❖ **BCC-09**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria mollicula* (chipilín de monte), *Crotalaria pumila* (chipil), *Evolvulus alsinoides* (pico de pájaro), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). Tal como se aprecia en la Fotografía 67.



Fotografía 67. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-09.

❖ **BCC-10**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla corresponde a *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita) y de ahí se encuentra desprovisto de vegetación, como se observa en la Fotografía 68.



Fotografía 68. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-10.

❖ **BCC-11**

Para el caso de la vegetación de esta planilla, se registraron individuos de especies de estrato herbáceo correspondientes a *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Ocimum campechianum* (albahaca de monte), *Crotalaria mollicula* (chipilín de monte), *Crotalaria pumila* (chipil) y *Psacalium eriocarpum* (camote). Tal como se aprecia en la Fotografía 69.



Fotografía 69. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-11.

❖ **BCC-12**

Para el caso de la vegetación de esta planilla se registraron individuos de estrato herbáceo correspondientes a: *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria mollicula* (chipilín de monte) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 70, área que se encuentra libre de otras especies arbustivas o arbóreas.



Fotografía 70. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-12.

❖ **BCC-13**

La vegetación presente en la planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Castilleja arvensis* (cresta de gallo) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 71, no hay presencia de ningún individuo de estrato arbóreo ni arbustivo dentro de la planilla.



Fotografía 71. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-13.

❖ **BCC-14**

La vegetación que se encuentra dentro de la planilla incluye a las especies *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Crotalaria pumila* (chipil), *Eriosema diffusum* (sand peas), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor), *Bouteloua curtipendula* (pasto banderita), y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 72, no se encuentra presente ningún individuo de estrato arbóreo.



Fotografía 72. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-14.

❖ **BCC-15**

La vegetación presente en esta planilla de barrenación corresponde a individuos herbáceos de *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Crotalaria pumila* (chipil), *Crotalaria sagittalis* (sonajilla), *Eriosema diffusum* (sand peas) y *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor). Tal como se aprecia en la Fotografía 73



Fotografía 73. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-15.

❖ **BCC-16**

Para el caso de esta planilla, se registraron individuos de las especies, *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). Dentro de la planilla, tal como se aprecia en la Fotografía 74.



Fotografía 74. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-16.

❖ **BCC-17**

Finalmente, la vegetación que se encuentra dentro de la planilla BCC-17 incluye a las especies *Ageratina petiolaris* (amargocilla), *Castilleja arvensis* (cresta de gallo), *Crotalaria pumila* (chipil), *Heterotheca subaxillaris* (falso alcanfor) y *Muhlembergia robusta* (zacate de escobilla). De igual forma, tal como se aprecia en la Fotografía 75.



Fotografía 75. Imagen representativa de la planilla del barreno BCC-17.

IV.II.4 Muestreo de vegetación del Sistema Ambiental

Se llevó a cabo un muestreo ecológico para determinar la estructura y composición de los tipos de vegetación presentes, dicho muestreo se realizó en los meses de febrero y marzo del presente año. Con base en los resultados de este muestreo, se obtuvieron los índices de diversidad, equidad y de valor de importancia que, más adelante, se describen a detalle.

Después de evaluar los criterios del SA, se determinó que el tipo de muestreo que mejor se adapta a las condiciones de la vegetación es el aleatorio estratificado. Con base en metodologías reconocidas para el muestreo de vegetación propuestas por Gentry (1995), se planteó un diseño de muestreo de diez transectos de 500 m^2 cada uno (0.5 ha acumuladas), con el objetivo de maximizar la representatividad del sitio, y que de esta forma el muestreo fuera significativo. Sin embargo, no se logró tener acceso a toda el área del SA, principalmente a la zona oeste, por falta de permiso de los dueños de los terrenos, donde se ubicaban los transectos mencionados, por lo cual, se ajustó a 6 transectos, los cuales cubren las inmediaciones de las áreas de interés.

IV.II.4.1Selección de los sitios para el muestreo

Para la selección de los sitios a muestrear se utilizó el software ArcGIS Pro 3.5.0, donde se realizó una rejilla de 50 x 10 m orientada de norte-sur en la superficie determinada del SA; posteriormente, se le asignó un número a cada polígono para que, con ayuda de un generador de números aleatorios, se determinara los 6 sitos a muestrear (Figura 29).

Los criterios considerados y empleados durante el análisis, con apoyo del software ArcGIS Pro 3.5.0, son los siguientes.

a. Anomalías mineras de interés: Se obtuvo la localización de las anomalías de interés para el Servicio Geológico Mexicano, a éstas se les realizó un buffer de 1,000 m y se incluyeron dentro del análisis para obtener los sitios de muestreo.
b. Modelo digital de elevación: Se realizó el modelo digital del terreno con base en las curvas de nivel y a la red hidrográfica. Derivado de su interpretación y de las visitas previas a campo, se excluyeron del análisis aquellos sitios que presentaban nulo acceso para el muestreo y se determinó que estas zonas serían aquellas que presentaran una altitud mayor o igual a 1,800 msnm (Bautista, 2011).
c. Vías de comunicación: Se realizó un buffer de 10 m con respecto a las vías de comunicación (veredas), de tal forma que, para el análisis, estas zonas fueran excluidas de los sitios de muestreo, debido a la posibilidad de que la vegetación se encuentre perturbada.
d. Uso del suelo y vegetación: Derivado del análisis de los tipos de vegetación, se determinó realizar un muestreo del tipo estratificado, a la vegetación donde se encuentran los barrenos propuestos (Bautista, 2011).
e. Cuenca Hidrográfica: Se identificaron las microcuencas presentes y se distribuyó el muestreo de tal forma que fuera representativo.

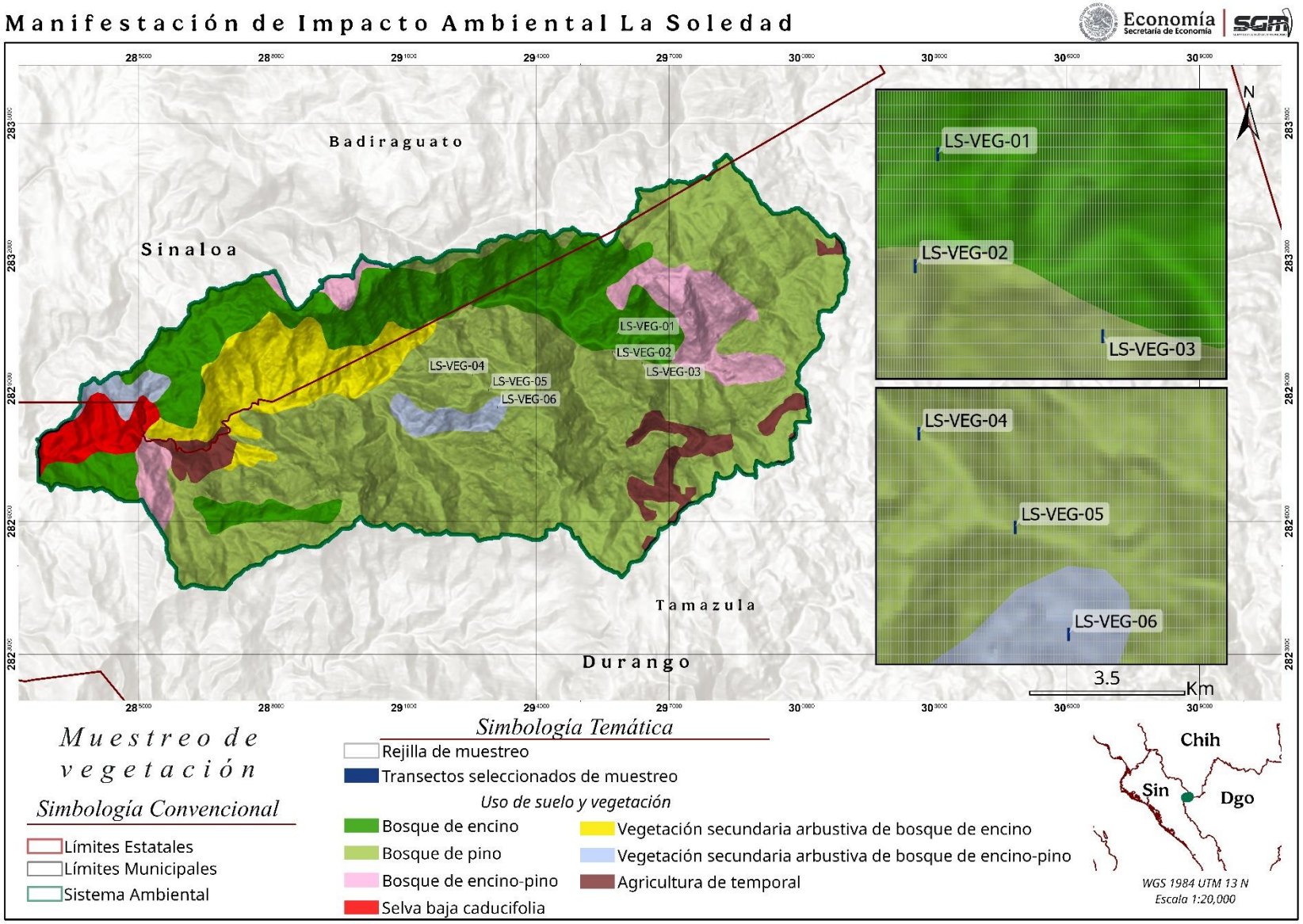


Figura 29. Sitios de muestreo de vegetación en el SA.
Fuente: Elaboración propia INEGI (2021d).

En la Tabla 26 se presentan las coordenadas UTM correspondientes a los transectos de vegetación dentro del SA, establecidos mediante el muestreo aleatorio estratificado.

Tabla 26. Localización de los transectos donde se realizó el muestreo de vegetación.

No. De Transecto	Vértices	Coordenadas UTM-13-N		Elevación
		mE	mN	
LS-VEG-01	1	295799	2830203	1,504
	2	295807	2830199	1,504
	3	295832	2830232	1,539
	4	295827	2830245	1,532
LS-VEG-02	1	295736	2829850	1,473
	2	295730	2829853	1,472
	3	295720	2829815	1,488
	4	295724	2829813	1,489
LS-VEG-03	1	296391	2829574	1,660
	2	296388	2829544	1,660
	3	296422	2829546	1,640
	4	296418	2829544	1,639
LS-VEG-04	1	292551	2829328	1,684
	2	292560	2829323	1,686
	3	292570	2829367	1,671
	4	292565	2829372	1,667
LS-VEG-05	1	292947	2828954	1,756
	2	292950	2828963	1,752
	3	292911	2828993	1,753
	4	292907	2828990	1,766
LS-VEG-06	1	293119	2828570	1,667
	2	293120	2828569	1,668
	3	293154	2828596	1,684
	4	293122	2828606	1,686

IV.II.4.2Técnica de muestreo

Se realizaron seis transectos de 50 m de largo por 10 m de ancho, alineándolos en dirección norte-sur. Cada transecto se dividió en cinco cuadrantes de 10 m por 10 m (Fotografía 76).



Fotografía 76. Transectos marcados en campo.

Se localizaron las esquinas de cada uno de los transectos mediante las coordenadas obtenidas con el software ArcGIS Pro 3.5.0; una vez ubicado cada transecto se procedió a señalar cada esquina mediante estacas de madera, para luego formar un rectángulo con hilo de rafia, con la finalidad de delimitar el área del muestreo. Para tener un mayor control de registro de cada individuo de vegetación, este rectángulo se subdividió en cinco cuadrantes de 10 m × 10 m, así, para cada cuadrante se registraron todos los individuos presentes de cada estrato, es decir, individuos arbóreos, arbustivos, o herbáceos. De los cuales se tomó:

f. Especie
g. Forma de vida
h. Altura total (cm)
i. Diámetro 1 (cm)
j. Diámetro 2 (cm)
k. Observaciones

Asimismo, se elaboró una ficha de campo, cuyo formato se muestra en el Anexo VI, para recabar la información relevante del transecto.

IV.II.4.3 Metodología del muestreo de vegetación

Posterior a haber capturado los datos de muestreo en campo en una hoja de cálculo de Excel, se cuantificó el número de especies presentes en los transectos seleccionados; asimismo, se realizaron los cálculos correspondientes para obtener los siguientes índices: 1) índices de diversidad, 2) índice de equidad, e 3) índice de valor de importancia de las especies (Anexo VII).

1) Índices de diversidad

Son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Mostacedo & Fredericksen (2000), mencionan que existen más de 20 índices de diversidad; sin embargo, éstos tienen ciertas ventajas y desventajas. Los índices de diversidad más ampliamente utilizados son el índice de Simpson (S) y el índice de Shannon-Wiener (*H'*).

Índice de Simpson: Roswell et al., (2021) en su guía conceptual sobre la medición de la diversidad de especies, destacan que el índice de Simpson sigue siendo ampliamente utilizado en ecología para evaluar la diversidad de comunidades, considerando tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa.

Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{S = 1/\sum\left(\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}\right)}$$

Donde:
S= Índice de Simpson
ni= Número de individuos de la especie i
N= Número total de individuos

Es importante mencionar que, el valor máximo para este índice es 1, lo cual indica que entre más cerca se encuentre del cero la distribución de las especies es uniforme y entre más cercano al 1 la presencia de una o varias especies se considerará alta.

***Índice de Shannon-Wiener**:* Éste se basa en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia; Magurran, 1988). Este índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = -\sum Pi * Ln\ Pi$$

Donde:
H´= Índice de Shannon-Wiener
Pi= Abundancia relativa
Ln= Logaritmo natural
Los valores de referencia se dividen en: a) diversidad baja, cuando el valor es cercano a 0; b) diversidad media-alta, con valores entre 2 y 3.5; y c) diversidad alta, cuando los valores son superiores a 3.5.

2) Índice de equidad

Por equidad se refiere a qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Orellana, 2009), para lo cual, generalmente, el índice de equidad más apropiado es el índice de Shannon-Wiener (Franco et al., 1989).

Índice de Equidad de Shannon-Wiener (E): Para determinar el índice de equidad de Shannon-Wiener es necesario conocer la diversidad de cada muestreo; una vez obtenido este valor es posible aplicar la fórmula de equidad Shannon-Wiener, tal como se puede ver a continuación:

$$E = H/Ln\ S$$

Donde:
E= Equidad
H= Diversidad
S= Número total de especies existentes

Los valores varían entre 0 y 1, donde 0 es baja equidad y 1 es equidad total.

3) Índice de valor de importancia (I.V.I.)

Con los datos obtenidos en campo, se calcularon los siguientes parámetros (Krebs, 1985; Smith y Smith, 2001):

$$\text{Abundancia} = \frac{número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{área\ muestreada\ (m^2)}$$

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{abundancia\ de\ una\ especie}{total\ de\ abundancias\ para\ todas\ las\ especies} * 100$$

$$Cobertura\ absoluta = \left[\frac{D_1 + D_2}{4}\right]^2 * \pi$$

Donde:

D_1= Diámetro mayor de la copa (m)

D_2= Diámetro perpendicular a D1 (m)

$$\text{Dominancia} = \frac{total\ de\ la\ cobertura\ absoluta\ de\ una\ especie\ (m^2)}{area\ muestreada\ (m^2)}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{dominancia\ para\ la\ especie}{total\ de\ dominancia\ para\ todas\ las\ especies} * 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{número\ de\ parcelas\ donde\ ocurre\ la\ especie}{número\ total\ de\ parcelas\ muestreadas\ por\ comunidad}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{valor\ de\ la\ frecuencia\ para\ una\ especie}{total\ de\ frecuencias\ para\ todas\ las\ especies} * 100$$

$$\text{Índice de valor de importancia} = AR + DR + FR$$

Donde:

AR= Abundancia relativa

DR= Dominancia relativa

FR= Frecuencia relativa

La abundancia corresponde al número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies.

La dominancia es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (cobertura). La dominancia relativa es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

De acuerdo con Bautista (2011), la cobertura y el área basal son un reflejo de la dominancia de la especie. La cobertura se define como la superficie en m^2 que cubre del suelo la copa de la planta. Se puede medir el diámetro mayor y el diámetro menor en sentido perpendicular y el radio promedio se usa para calcular la superficie. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

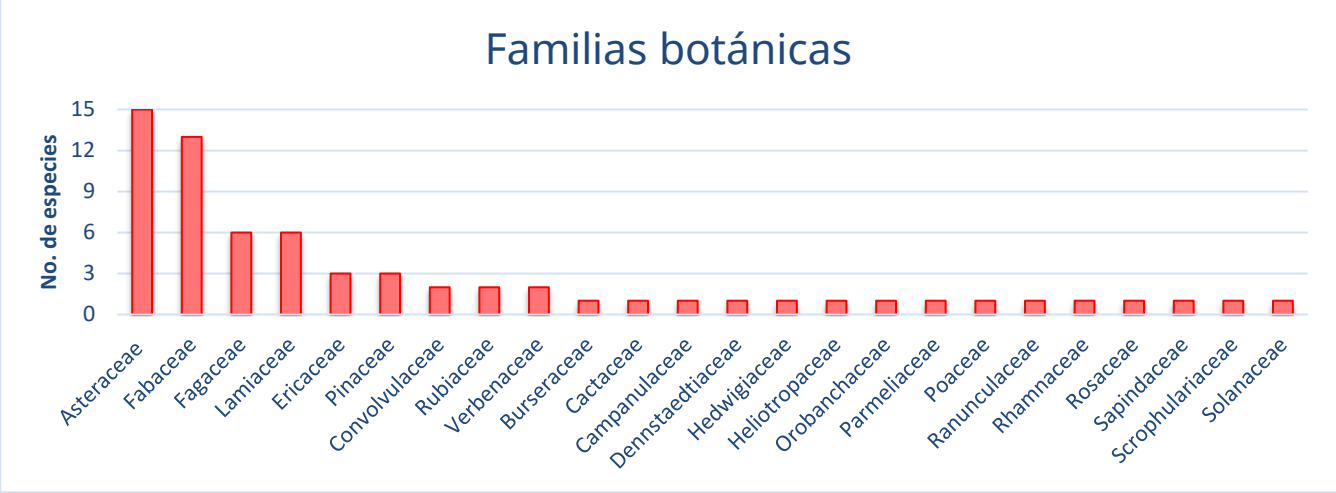
La frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

El valor de importancia es un índice que expresa la suma de las mediciones relativas de una especie, tiene un rango de 0 a 300, este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad.

IV.II.4.4 Resultados del muestreo de vegetación

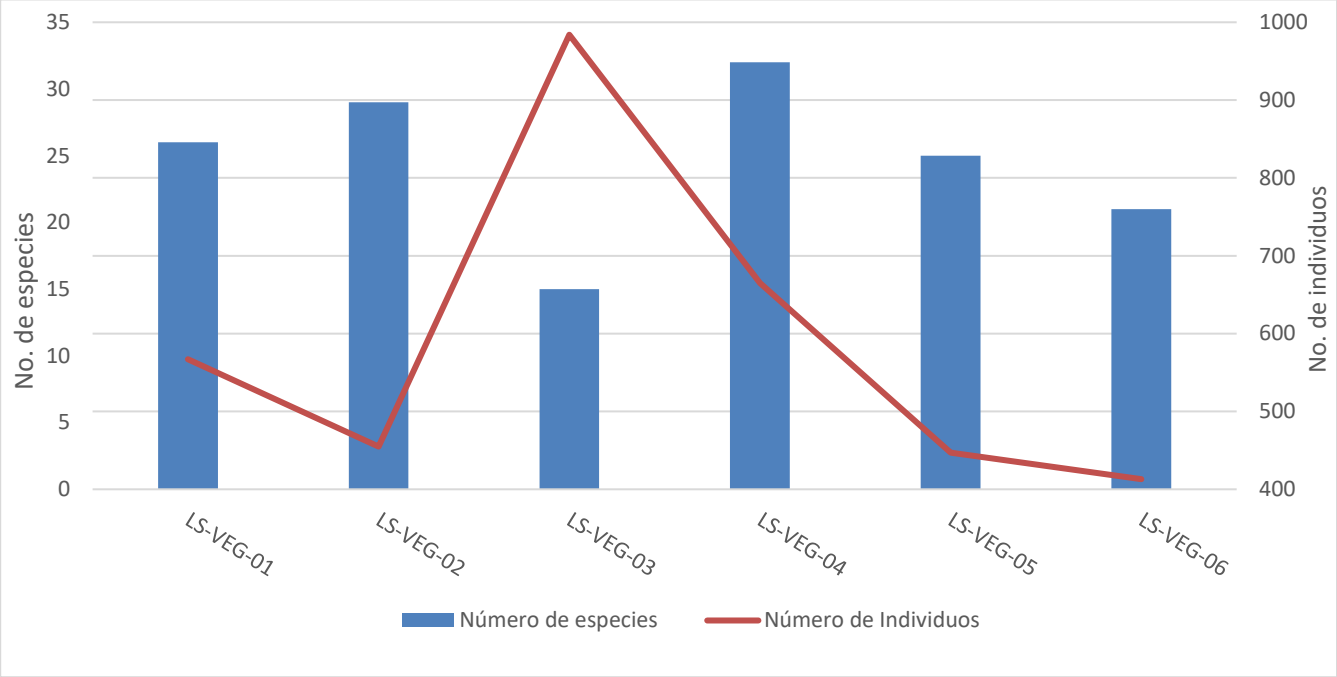
- **Composición florística**

Con base en la información recopilada en campo, se realizó un análisis biológico en donde se identificó que el total de las especies presentes en el muestreo del SA corresponde a 67 plantas vasculares, las cuales se clasifican en 24 familias y 49 géneros. Las familias que cuentan con más especies son: Asteraceae (15 especies), Fabaceae (13 especies), Fagaceae y Lamiaceae (6 especies, respectivamente), Ericaceae y Pinaceae (3 especies, respectivamente), Convolvulaceae, Rubiaceae y Verbenaceae (2 especies, respectivamente); el resto de las familias están compuestas únicamente por una especie (Gráfica 4).



Gráfica 4. Diversidad de especies por familia en el SA.

Durante el análisis se identificó que, los transectos LS-VEG-04 y LS-VEG-02 son los sitios en donde se registraron más especies (32 y 29, respectivamente); a diferencia del transecto LS-VEG-03 que presentó 15 especies, posicionándose como el sitio con menos especies registradas; sin embargo, éste fue el transecto en donde hubo más registro de individuos (984). Por otro lado, el sitio con menor número de individuos corresponde al LS-VEG-06, con 413 registros (Gráfica 5).



Gráfica 5. Número de individuos y especies presentes en el SA.

❖ Índices de diversidad

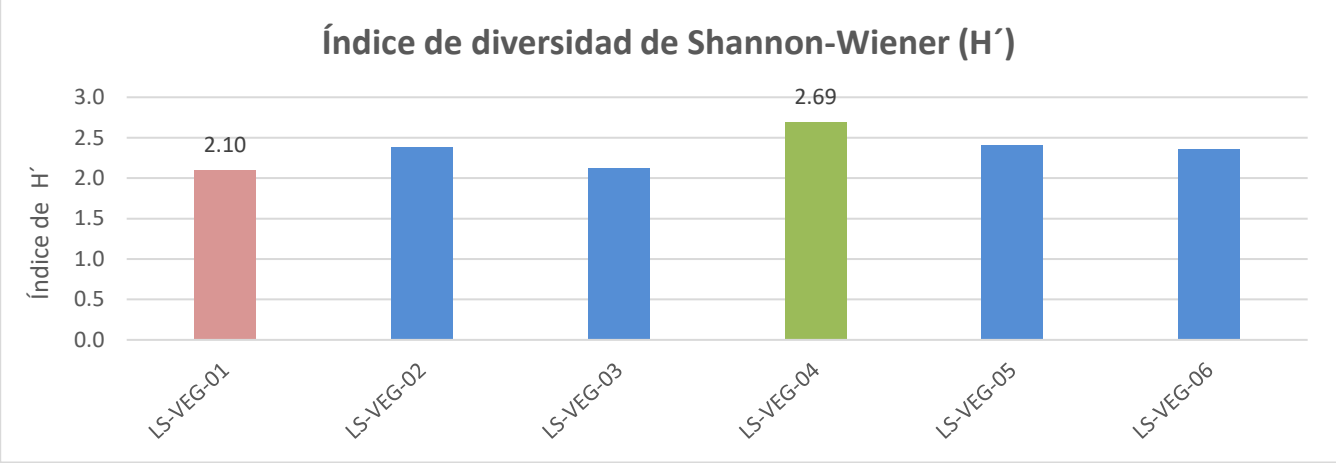
Se determinaron los índices de diversidad florística de los seis sitios muestreados. La memoria de cálculo puede ser consultada en el Anexo VII; los resultados se presentan a continuación, en la Tabla 27.

Tabla 27. Resultados de los índices de diversidad de los seis sitios muestreados.

Índice Evaluado	Sitios muestreados en La Soledad					
	LS-VEG-01	LS-VEG-02	LS-VEG-03	LS-VEG-04	LS-VEG-05	LS-VEG-06
Número de Individuos	567	455	984	665	447	413
Número de Especies	26	29	15	32	25	21
Índice de diversidad de Shannon-Wiener	2.10	2.38	2.12	2.69	2.40	2.35
Índice de equidad de Shannon-Wiener	0.64	0.70	0.78	0.77	0.74	0.77
Índice de diversidad de Simpson	0.76	0.85	0.86	0.90	0.87	0.88
Índice de dominancia de Simpson	0.24	0.15	0.13	0.09	0.13	0.12

1) Índice de Shannon-Wiener (H')

Tiene como valores de referencia a 0 para baja diversidad y >5 para alta diversidad. Derivado del análisis, se obtuvo que, el transecto LS-VEG-04 presenta la mayor diversidad con un valor igual a 2.69 (32 especies, y 665 individuos); el sitio con la diversidad más baja corresponde al transecto LS-VEG-01, con un índice igual a 2.10 (26 especies, y 567 individuos). A continuación, en la Gráfica 6, se pueden observar los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener, de los seis transectos.



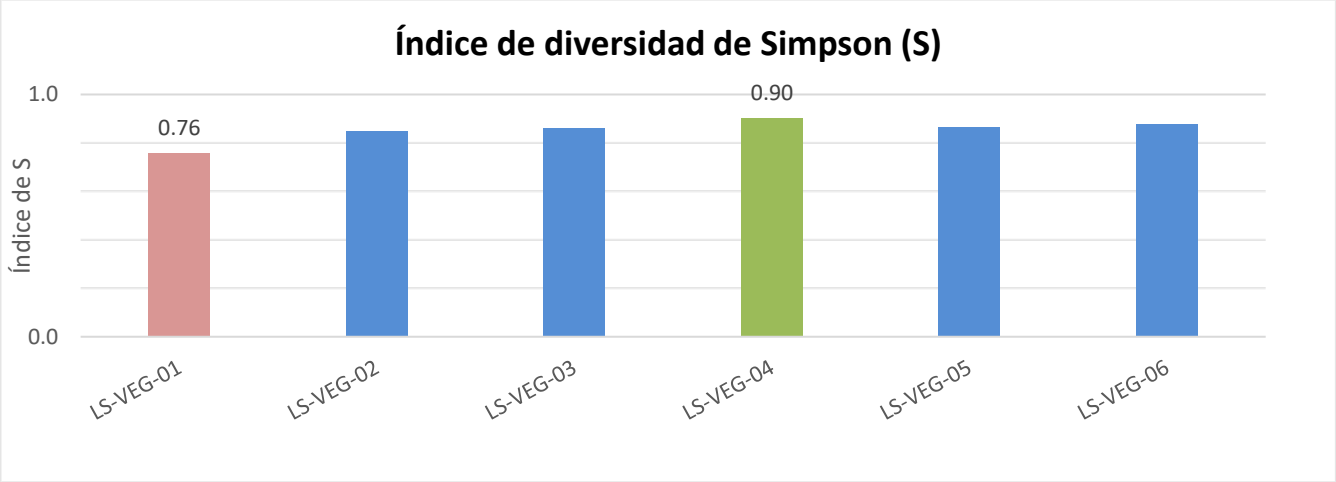
Gráfica 6. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

En resumen, los valores obtenidos para este índice, sugieren una diversidad media-alta, con un promedio general de 2.33; es importante recordar que, el muestreo se llevó a cabo en comunidades de bosque templado durante los meses de febrero y marzo, periodo en el que algunas especies podrían encontrarse afectadas por el ganado, época que el ganado se encuentra en las áreas de interés.

Dicho lo anterior, se entiende que, la diversidad en estos ecosistemas templados, según los resultados obtenidos, puede considerarse moderada y consistente.

2) Índice de diversidad de Simpson (S)

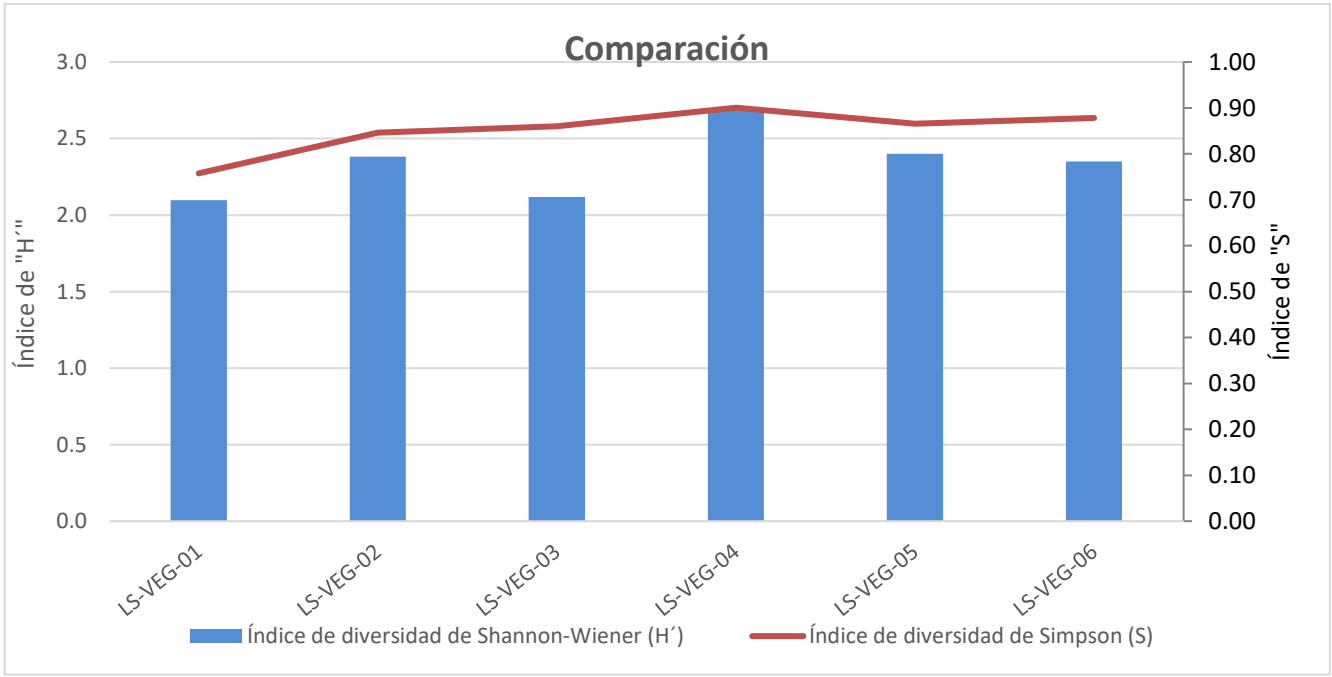
En el caso de este índice, el valor máximo es 1, lo que indica que la presencia de una o varias especies se considera alta, es decir, hay diversidad. Según el muestreo realizado, el transecto LS-VEG-04 obtuvo la diversidad más alta, con un valor igual a 0.90; mientras que, el sitio LS-VEG-01 obtuvo la diversidad más baja, ya que, el valor del índice corresponde a 0.76. El resto de los valores obtenidos se puede apreciar con detalle en la Gráfica 7.



Gráfica 7. Índice de diversidad de Simpson.

Con los datos previamente obtenidos, se deduce que, la diversidad presente en el SA, no se considera homogénea; es decir, algunos transectos como: LS-VEG-04, LS-VEG-05 y LS-VEG-06, sugieren comunidades con menor dominancia y una distribución más equilibrada de abundancia entre las especies. En contraste, LS-VEG-01, a pesar de presentar un valor alto, de todos los transectos es quien refleja una mayor dominancia de una o pocas especies dentro de la comunidad.

Los resultados obtenidos de los dos índices de diversidad que fueron empleados para el análisis, presentan una tendencia similar con respecto a la diversidad florística, dicha similitud se puede apreciar con detalle en la Gráfica 8.

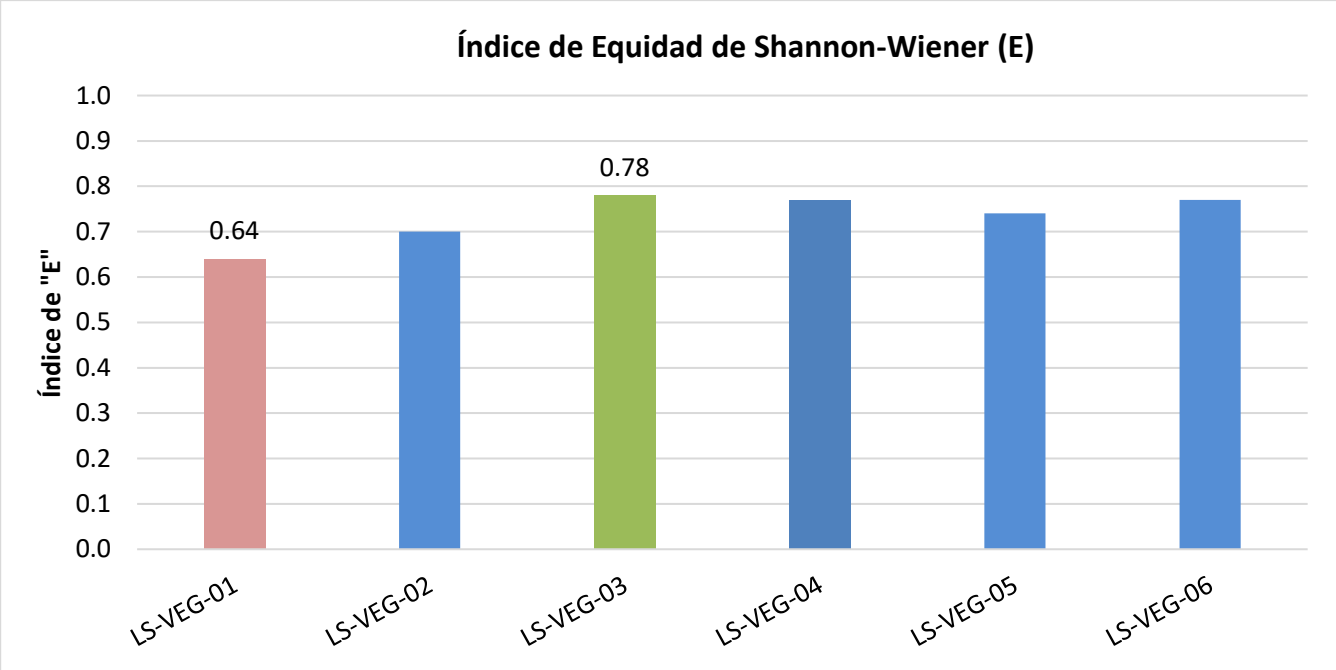


Gráfica 8. Índices de diversidad en los sitios muestreados.

3) Índice de equidad de Shannon-Wiener

Con base en los datos obtenidos durante el muestreo en campo, se obtuvo la distribución de especies con relación a la abundancia, cuyos valores van de 0 a 1, donde 1 indica el valor de máxima equidad. Según los valores obtenidos, el sitio LS-VEG-03, es el que tiene el valor más alto en equidad (0.78); por el contrario, el sitio LS-VEG-01, es el que presenta una menor equidad, ya que, cuenta con un valor igual a 0.64. En la Gráfica 9, se puede observar el índice de equidad de Shannon-Wiener de los seis sitios muestreados.

La equidad de los sitios en relación a la distribución y abundancia de especies, es considerada relativamente uniforme, ya que todos los valores pasan de 0.5. En términos generales, los resultados obtenidos indican que, el área de estudio presenta una estructura ecológica moderadamente equilibrada, mencionando que, existen especies poco dominantes.

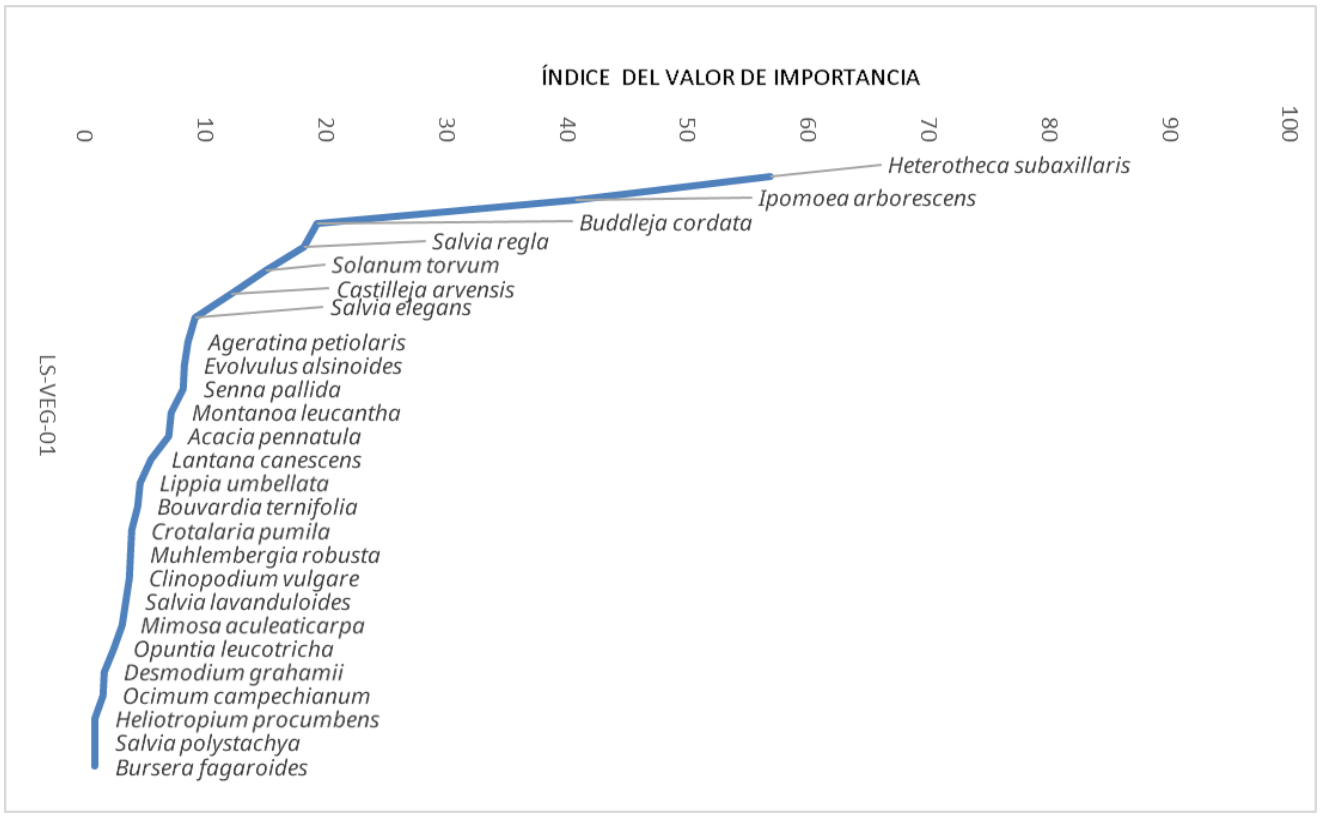


Gráfica 9. Índice de equidad de Shannon-Wiener.

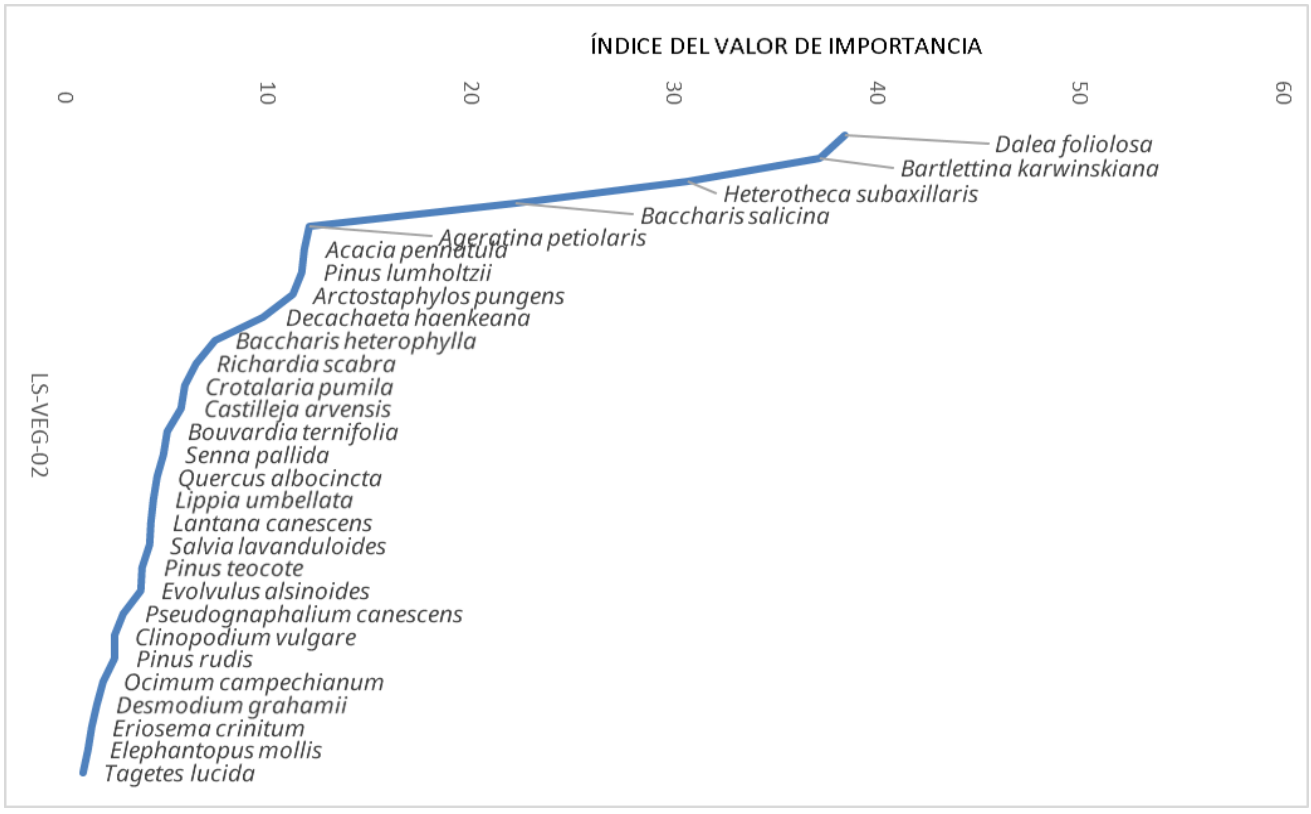
4) Índice de valor de importancia (I. V. I.)

Este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad. Para obtener el I.V.I. fue necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro puede ser de hasta 300.

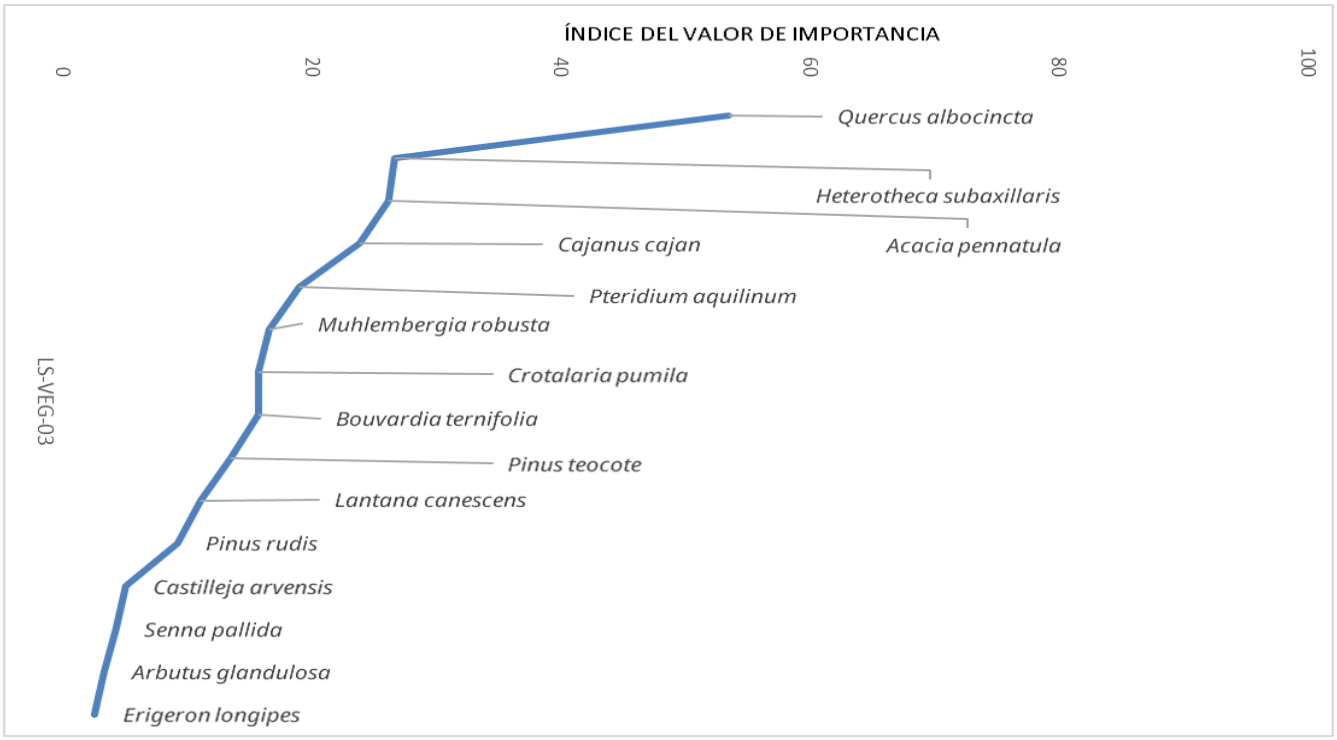
De la Gráfica 10 a la Gráfica 15, se observa el comportamiento de los I.V.I. para los seis sitios analizados en el muestreo; en cada gráfica se identifica el índice de valor de importancia, así como el comportamiento de las especies con relación a éste. Este análisis permite establecer cuáles son las especies con mayor valor de importancia para cada sitio, y de esta manera, sentar las bases de la estructura de la vegetación en los sitios muestreados.



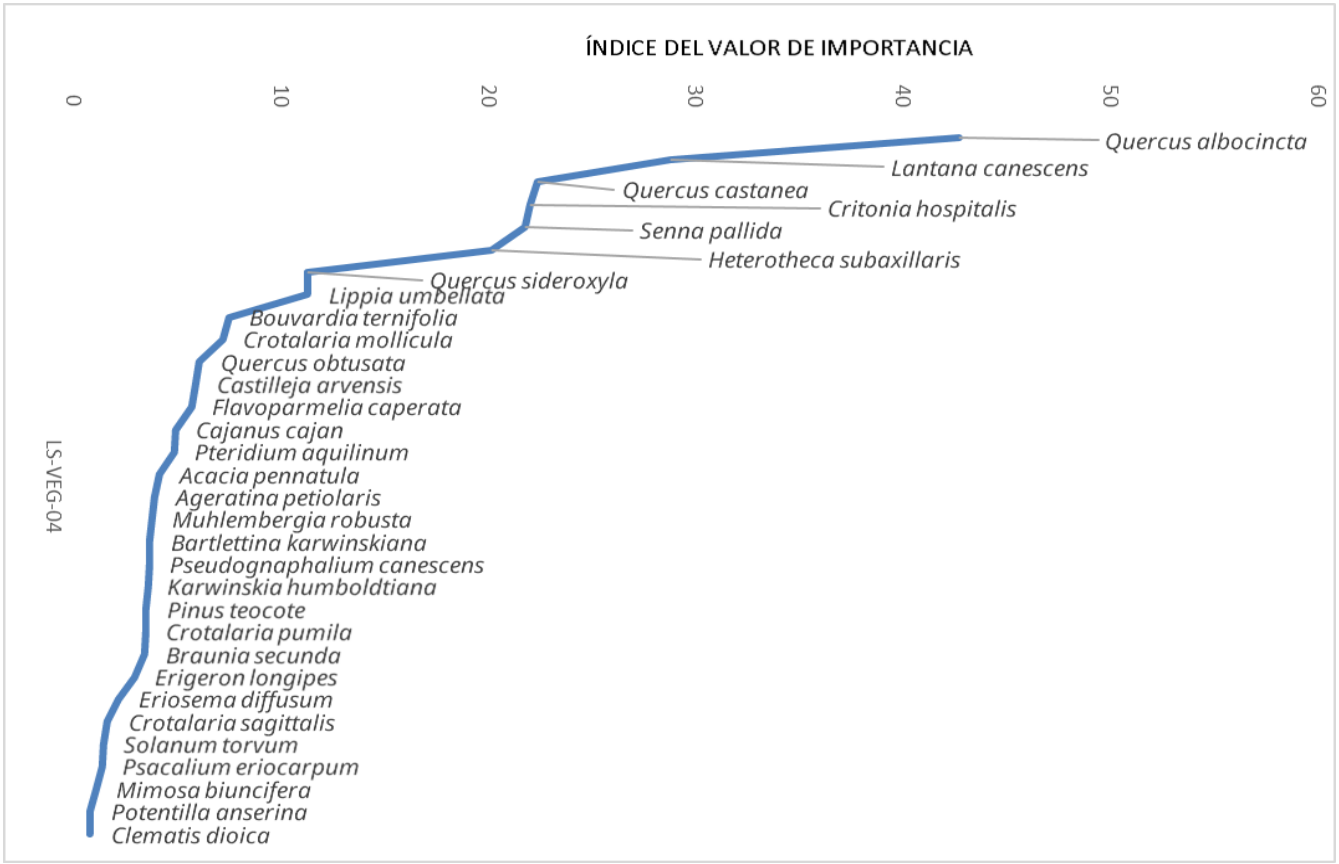
Gráfica 10. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-01).



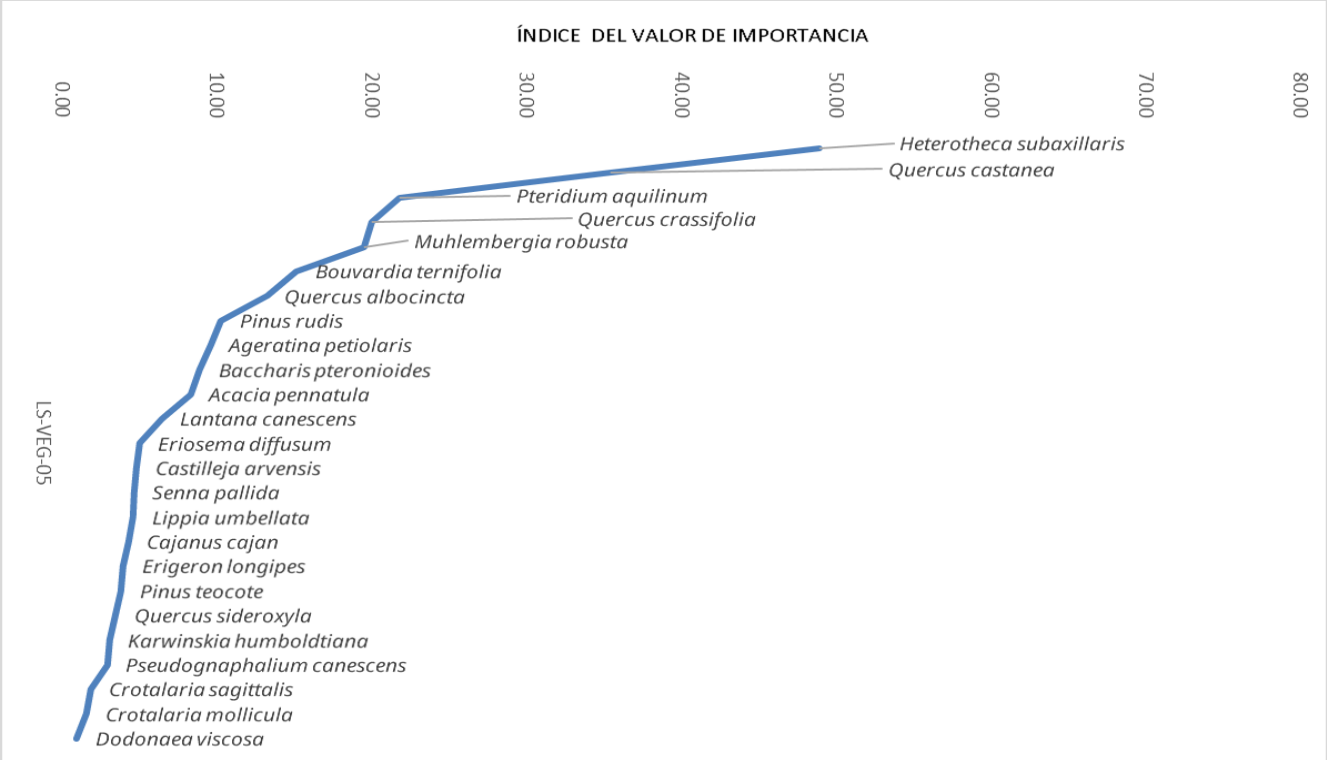
Gráfica 11. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-02).



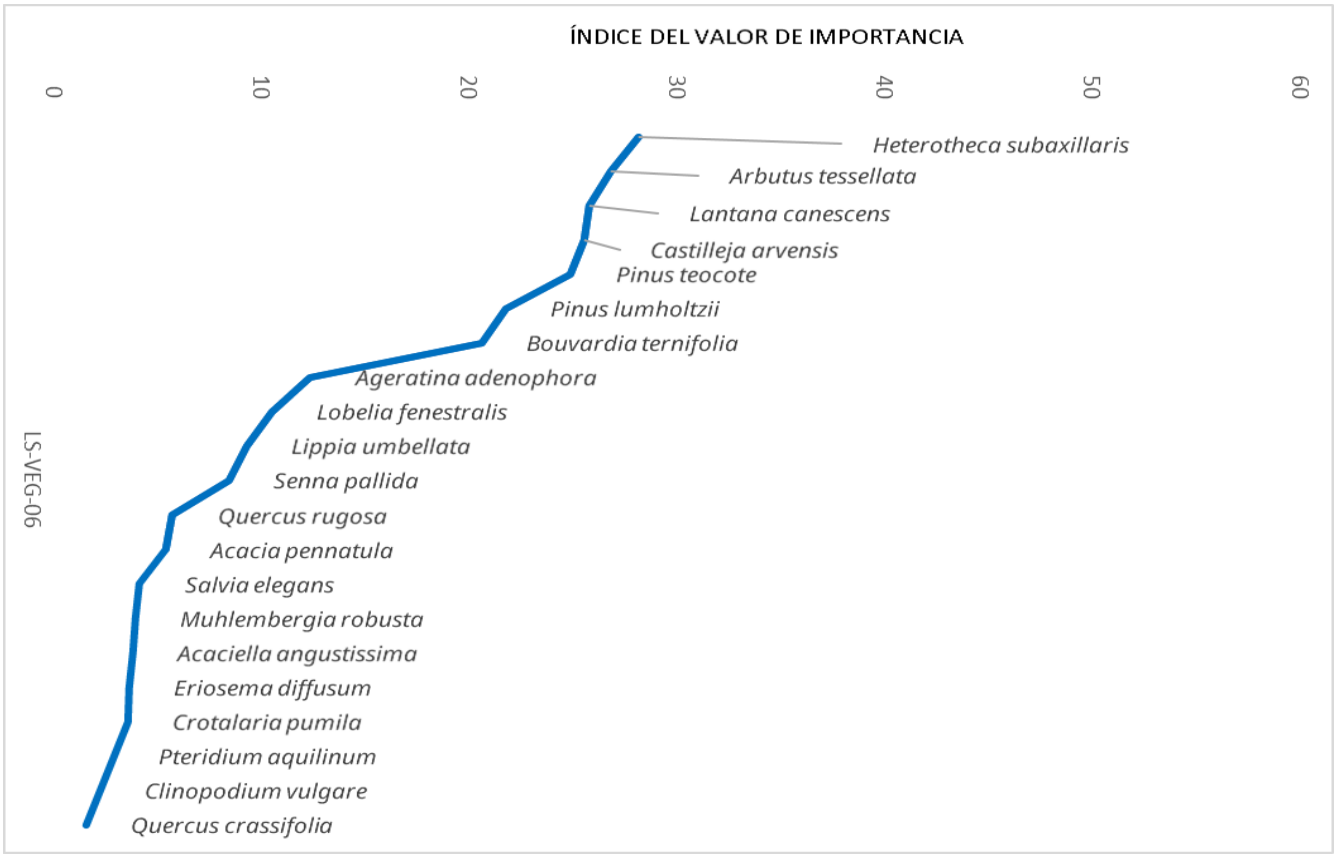
Gráfica 12. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-03).



Gráfica 13. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-04)



Gráfica 14. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-05).



Gráfica 15. Distribución de las especies con respecto al I.V.I. (LS-VEG-06)

Se puede observar que las especies con menor valor corresponden a las especies raras, que tienen poca abundancia, dominancia, y frecuencia; por ende, suelen tener mayor susceptibilidad a un cambio en el caso de presentarse algún tipo de perturbación ambiental.

Se identificó que la planta *Acacia pennatula, Bouvardia ternifolia, Castilleja arvensis, Heterotheca subaxillaris, Lantana canescens, Senna pallida,* están presentes en todos los transectos muestreados; seguidas de *Crotalaria pumila, Lippia umbellata, Muhlembergia robusta* y *Pinus Teocote* quienes se encontraron en cinco transectos. En la Tabla 28 se observan las especies que tuvieron registro en más de la mitad del total de los transectos muestreados.

Tabla 28. Especies con mayor presencia en los sitios muestreados.

No. Transectos donde ocurre la especie	Especie
6	*Acacia pennatula*
6	*Bouvardia ternifolia*
6	*Castilleja arvensis*
6	*Heterotheca subaxillaris*
6	*Lantana canescens*
6	*Senna pallida*
5	*Crotalaria pumila*
5	*Lippia umbellata*
5	*Muhlembergia robusta*
5	*Pinus Teocote*
4	*Ageratina petiolaris*
4	*Pseudognaphalium canescens*
4	*Pteridium aquilinum*
4	*Quercus albocincta*

- **Fenología**

El conocimiento de las plantas es fundamental para comprender el mecanismo de acción de las variables ambientales sobre la vegetación, la dinámica de las poblaciones, así como de las estrategias de adaptación de las diversas especies. Este conocimiento permite conocer dinámica de producción de biomasa, dinámica de poblaciones y disponibilidad de recurso forrajero para el manejo de fauna silvestre, ganadería o para la toma de decisiones de manejo ambiental.

Con respecto al análisis de muestreo, se aprecia que, del total de 67 especies identificadas, 14 aparecen en cuatro o más transectos. Es importante mencionar que, el hecho de que aparezcan más veces en los transectos, no se encuentra relacionado con el I.V.I., ya que, éste último cuantifica la importancia de una especie en una comunidad, considerando factores como la abundancia, dominancia, cobertura y frecuencia.

A continuación, se describen a detalle aquellas especies que fueron registradas en más del 50% de los transectos; esta selección se fundamenta en la representatividad ecológica, ya que así, se permite caracterizar a la comunidad vegetal de forma concisa, enfocando el análisis en las especies dominantes.

- ***Acacia pennatula*** (Tepame): Especie de árbol perteneciente a la familia de las fabáceas. Alcanzan un tamaño de hasta 8 m de alto, muy ramificados en la copa, con un tronco corto raramente mayor de 25 cm de diámetro y una copa que se extiende ampliamente, y es plana en la parte de arriba. Las fuertes y cortas espinas tienen usualmente de 1-1.5 cm de largo, pero pueden ser mucho más largas en brotes juveniles y rebrotes. Las hojas son bipinnadas con numerosos foliolos de 1-3 mm de largo. Las flores se agrupan en cabezas globosas, fragantes y de color amarillo, colgando de característicos pedúnculos amarillos aterciopelados. Las vainas son leñosas, de color marrón púrpura oscuro, de 5-13 cm de largo y cada una contiene unas 8 semillas. Está asociada a la vegetación secundaria de bosques de pino-encino, bosque nublado y pastizales, a una altitud de 100–1400 metros. Se distribuye desde el sur de Sonora, México hasta Centroamérica, y Venezuela. Suele florecer en marzo y junio, y producir frutos entre mayo y agosto (CONABIO, 2025a).

- ***Bouvardia ternifolia*** (Trompetilla): Arbusto que pertenece a la familia Rubiaceae, alcanzan un tamaño de hasta 2 m; con ramitas esparcida a densamente hírtulo-pubérulas. Hojas 1.5-5 × 0.2-1.3 cm, 3-5(6)- verticiladas, elíptico-lanceoladas a angostamente ovado-lanceoladas, cartáceas a subcoriáceas al secarse, en ambas superficies esparcida a densamente papiloso-hispídulas o hírtulas, la base aguda o angostamente cuneada, el ápice agudo, los márgenes revolutos, escábridas; nervaduras secundarias 2-6(-12) pares, eucamptódromas a broquidódromas; pecíolos 0.5-12 mm, vellosos a glabrescentes; estípulas 1-1.5 mm, en la cara abaxial hírtulas, con una arista 1-4 mm. Se encuentra en los bosques de *Pinus-Quercus*, bosques caducifolios de *Liquidambar* y matorrales a una altitud de 1,200-2,600 metros, en Estados Unidos y México. Usualmente florece en temporadas de lluvias, con mayor frecuencia entre junio y noviembre, con fructificación entre agosto y enero (CONABIO, 2026).

- ***Castilleja arvensis*** (Cresta de gallo): Hierba que mide de 25 a 60 cm de alto, el tallo erecto, cilíndrico, rojizo-purpúreo, sus hojas son alternas, simples, lanceoladas de 1.5 a 7 cm, tienen pequeños pelos, el ápice es agudo y obtuso. En forma de espiga con numerosas flores subsésiles, brácteas de color, obovadas, de 1.6 a 1.8 cm de largo, ápice redondeado, pilosas. Las flores tienen el cáliz de 1.3 a 1.8 cm de largo, los segmentos tienen pelos, son redondeados y de color rojo en el ápice; la corola mide 1.7 a 2.2 cm de largo, de color rojo-amarillento. Su fruto es una cápsula globosa de 7 a 8 mm de largo con semillas oblongas de 0.3 a 0.7 mm de largo y 0.2 a 0.4 mm de ancho son de color café con la superficie reticulada o rugosa. Se encuentra en gran parte de México, Centroamérica, y Sudamérica. Habita en climas cálidos, semisecos y templados. Se asocia con hábitats ruderales, es decir, lugares donde hay escombros o lugares pobres o desfavorables a nivel botánico, por ejemplo, bordes de caminos, tierras de pastoreo, ecotonos (bordes marcados entre cada ecosistema), en áreas volcánicas, entre otros. Su floración ocurre entre julio y octubre, desarrollando frutos entre agosto y noviembre según sea el caso (CONABIO, 2026b).

- ***Heterotheca subaxillaris*** (Falso alcanfor): Es una hierba perenne y aromática que alcanza hasta 203 centímetros (80 pulgadas o 6 2/3 pies) de altura, a menudo con varios tallos erectos. Los tallos son pubescentes o erizados. La inflorescencia contiene de 3 a 180 capítulos florales dispuestos en una disposición plana. Cada capítulo contiene de 15 a 35 flósculos ligulados amarillos que rodean de 25 a 60 flósculos tubulares en el centro. Está muy extendida por gran parte de los Estados Unidos, así como en México y Belice. Su floración ocurre entre los meses de agosto y diciembre, y presenta fructificación entre septiembre y enero (CONABIO, 2025d).

- ***Lantana canescens*** (Hierba de javillas): Arbusto que no suele pasar los 2 m de altura, tiene hojas opuestas, ovales, dentadas, ásperas. Inflorescencia en corimbos. Existen numerosas variedades según el color de sus flores (rojas, amarillas, rojas y amarillas simultáneamente, moradas, azules, blancas, etc.) y también teniendo en cuenta su porte. Hojas y frutos (estando aún verdes) tóxicos, estando maduros suelen ser devoradas por los pájaros, que son el medio más habitual de propagación en su estado natural. Flores con peculiar y penetrante olor, durante gran parte del año. Se distribuye desde Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica (CONABIO, 2019).

- ***Senna pallida*** (Abejón): Planta arbustiva o árbol pequeño que tiene flores amarillas que vienen en pares, además el conjunto de pétalos es fuertemente asimétrico, las anteras son grandes y con un pico notable en la punta. El arbusto alcanza a medir hasta 5 m de alto. Es una planta vistosa cuando se encuentra en floración. Se distribuye desde el norte de México hasta Brasil y Perú. Crece de forma abundante al inicio de la temporada de secas, por lo tanto, es una planta que prefiere climas secos, se encuentra fácilmente en bosques secos o en ecosistemas como los matorrales; se asocia mucho con las laderas, sabanas y playas, además de que suele encontrarse a la orilla de las carreteras o caminos (CONABIO, 2026d).

- ***Crotalaria pumila*** (Chipil): Es una hierba anual, considerada frecuentemente maleza, nativa del continente americano; mide hasta 70 centímetros de altura. El tallo es ramificado, con vellos cortos y esparcidos o ausentes. Las hojas son compuestas, con tres foliolos de forma ovalada, en ocasiones alargada, de 1 a 3.5 centímetros de largo por 2 a 18 milímetros de ancho, las flores brotan sobre pedicelos cortos. Se encuentran en racimos compuestos por 3 a 8 o incluso 21 flores, las cuales miden alrededor de 1 centímetro de largo; el cáliz tiene pilosidad corta y esparcida, con lóbulos más largos que el tubo. El fruto es una vaina inflada, de forma ovalada alargada, de 1 a 2 centímetros de largo por 4 a 8 milímetros de diámetro, con el ápice redondeado y terminando en una espina corta y robusta; contiene 10 a 15 semillas con forma de frijol. Su distribución abarca desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina, incluyendo las Antillas. En México esta planta puede encontrarse en prácticamente todos los estados; puede encontrarse en flor entre los meses de mayo a noviembre, fructificando en ese mismo período y hasta el mes de diciembre (CONABIO, 2026c).

- ***Lippia umbellata*** (Hierba dulce): Arbustos o árboles perenne de 4-25 m; ramitas agudamente angulares, densamente a esparcidamente hispídulas con tricomas cortos. Hojas lanceoladas a ovado-oblongas, aromáticas, ligeramente endurecidas. Son característicos por su follaje aromático y sus racimos de flores pequeñas y delicadas. La planta suele tener un porte redondeado y puede convertirse en el hábitat favorito de varios polinizadores. Sus hojas destacan por su uso en remedios tradicionales e infusiones. Se distribuye principalmente desde México hasta Panamá. Suele encontrarse en regiones tropicales y subtropicales, y prospera en lugares soleados con un suelo bien drenado. Florece entre junio y octubre, y depende de esto, puede producir frutos entre agosto y diciembre (CONABIO, 2019b).

- ***Muhlembergia robusta*** (Zacate de escobillas): Gramínea perenne, cespitosa, de porte robusto, que forma macollas densas o agrupaciones compactas. Presenta culmos erectos, firmes, generalmente de 0.8 a 2.0 m de altura, glabros o ligeramente ásperos al tacto. Hojas principalmente basales y caulinares, con vainas envolventes; láminas lineares, estrechas, alargadas, planas o ligeramente involutas, de textura rígida a algo áspera, margen entero y ápice agudo. La inflorescencia consiste en una panícula terminal amplia o contraída, densa, de tonalidad pajiza a purpúrea según el estado de madurez. El fruto es una cariopsis pequeña, seca e indehiscente, típica de la familia Poaceae. El sistema radical es fibroso y abundante, favoreciendo la retención de suelo y tolerancia a condiciones de sequía. Se desarrolla en pastizales, claros de bosque de pino-encino, laderas y zonas perturbadas, generalmente en suelos bien drenados (Herrera, 1974).

- ***Pinus Teocote*** (Pino azteca): Es una especie de árbol perennifolio perteneciente a la familia de las pináceas. Es originario y endémico de México, aunque se distribuye en varios estados del país. Habita entre los 1,000 y los 3,000 metros de altitud. Alcanza un tamaño de 10 a 20 metros de altura, con una cobertura de 12 a 14 y 0.65 m de diámetro. Las hojas de 10 a 15 cm y en fascículos de tres, rígidas de color verde oscuro y brillante. Flores de color amarillo pálido. Los frutos son conos ovoides de 3.5 a 6.5 cm de largo, café claro y café rojizo. De manera natural su follaje tiende a ser redondeado, pero en cultivo adquiere diferentes formas. Se desarrolla bien en climas templados, pero también en climas semiáridos. Pueden crecer en suelos profundos, con materia orgánica, pero también en suelos pedregosos. Esta especie suele polinizarse entre febrero y abril, dando conos maduros uno o dos años después, entre octubre y febrero (CONABIO, 2025e).

- ***Ageratina petiolaris*** (Amargocilla): Hierba perenne, subarbusto o arbusto pequeño, erecto, ramificado, aromático en algunas poblaciones, de aproximadamente 0.5 a 2.0 m de altura, dependiendo de las condiciones ambientales. Tiene tallos cilíndricos, ramificados desde la base o parte media, glabros a pubescentes, de consistencia herbácea a semileñosa. Sus hojas son opuestas, pecioladas (carácter distintivo importante), lámina ovada a triangular-ovada, margen serrado o crenado, ápice agudo

a acuminado, base redondeada a cordada; superficie glabra o con pubescencia escasa; nervación evidente. Las flores son flósculos tubulares, generalmente blancos a blanco-cremosos, ocasionalmente con tinte rosado pálido; hermafroditas, pequeñas y numerosas. Es frecuente en bosques, bordes de caminos, laderas, sitios perturbados y vegetación secundaria; común en bosques de encino, pino-encino y zonas templadas de montaña. Se distribuye en todos los estados de México, principalmente en zonas montañosas (CONABIO, 2025b).

- ***Pseudognaphalium canescens*** (Manzanilla del río): Hierba perenne 20 a 70 cm, con raíz pivotante, tallos sin glándulas. Hojas de estrechamente a ampliamente lanceoladas de 3 a 4 cm de largo, bordes planos, tomentosas en ambas superficies, el haz en menos grado, con glándulas debajo del tomento. Las cabezuelas generalmente corimbiformes. Involucros campanulados, de 4-5 mm. Filarias en 3 a 4 series, blancas. Flores pistiladas de 24 a 44. Frutos, cipselas o aquenios estriados, débilmente papilados y rugosos. Se distribuye desde México hacia parte de Centroamérica, principalmente en zonas montañosas y templadas, asociada a bosques de pino, encino y áreas abiertas perturbadas. Presenta floración principalmente de julio a noviembre y fructificación de septiembre a enero, por lo que en muestreos realizados durante la temporada seca puede mostrar menor detectabilidad (CONABIO, 2025f).

- ***Pteridium aquilinum*** (Helecho águila): Especie de helecho perteneciente a la familia Dennstaedtiaceae. Esta especie es uno de los organismos vegetales de más amplia distribución pudiéndose encontrar en todos los continentes, salvo la Antártida. Es un helecho perenne con un rizoma subterráneo muy desarrollado que llega a alcanzar hasta un metro de longitud de color pardo y cubierto de vellosidades oscuras. Frondes muy grandes, de hasta 2 metros con láminas tri o cuatripinnadas con pinnas ovoides y glabras en el haz mientras que en el envés son muy pilosas, peciolo menor o igual en longitud que la lámina. Habita desde el nivel del mar hasta los 2,900 msnm, sobre suelos profundos bien drenados hasta arenosos en zonas frescas con sustratos pobres en bases o ligeramente silíceos. No presenta floración ni fructificación; su ciclo reproductivo ocurre mediante esporas, cuya producción se concentra generalmente durante verano y otoño (CONABIO, 2022).

- ***Quercus albocincta*** (Roble): Árbol o arbusto grande perenne o subperenne, según condiciones locales. Tiene una copa irregular a redondeada que puede alcanzar aproximadamente entre 6 y 18 m de altura. Tiene tronco recto, corteza grisácea, fisurada con la edad. Las hojas con simples, alternas, coriáceas, de forma elíptica a oblonga, margen entero a ligeramente dentado o lobulado según variación poblacional; haz verde oscuro, envés más claro, con flores masculinas en amentos colgantes y flores femeninas pequeñas, solitarias o en grupos reducidos. El fruto es una bellota ovoide a elipsoide, parcialmente cubierta por una cúpula escamosa. Esta especie es frecuente en bosques de encino y pino-encino del occidente de México; florece en primavera y produce bellotas maduras en otoño (CONABIO, 2020).

IV.II.4.5 Condiciones de la vegetación del SA

En algunas localidades del municipio de Tamazula, Durango, como El Durazno, se han registrado actividades vinculadas al aprovechamiento forestal maderable, lo cual es congruente con la presencia de ecosistemas de bosque templado con potencial productivo en la región. Asimismo, según datos registrados en la Base de datos "Número y superficie de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre extensivas registradas por entidad federativa y municipio", de la SEMARNAT (2025), el municipio de Tamazula, Durango tiene registro de tres UMA, entre los años 2008 y 2010.

Con base en el análisis de los índices de diversidad, se identificó que el muestreo de los seis sitios dentro del SA evidencia heterogeneidad significativa en la composición y estructura de la vegetación. Con respecto a los resultados resumidos en la Tabla 27, se puede observar que sitios como LS-VEG-04, LS-VEG-05 y LS-VEG-06 presentan mayor diversidad y equidad entre especies, lo cual indica que se encuentran en mejor estado de conservación, y que, las condiciones ambientales pueden haberles favorecido. Por el contrario, sitios como LS-VEG-01 y LS-VEG-03 muestran baja diversidad, punto clave para determinar que quizá son zonas con mayor dominancia debido a condiciones ambientales más restrictivas, aunado a que seguramente en estas zonas hay mayor actividad antropogénica.

De igual forma, se observa que, el índice de equidad en promedio es alto (0.73), ya que varias especies concentran la mayoría de los individuos; asimismo, el índice de diversidad de Shannon-Wiener es medio-alto en todos los sitios, lo que refleja que la riqueza y abundancia de especies es relativa. En cuanto al índice de dominancia de Simpson, éste sugiere que ninguna especie controla la comunidad, más bien, todas las especies tienen abundancias similares.

Finalmente, en conjunto, los resultados indican que, si bien existen sitios dentro del SA con distintos grados de perturbación ecológica asociados principalmente al pastoreo extensivo del ganado, la diversidad florística registrada es considerada media-alta, lo que refleja una estructura heterogénea entre los sitios evaluados. La diferencia observada entre la riqueza, abundancia y dominancia de algunas especies, puede estar directamente relacionada con la variabilidad de los bosques templados, y los disturbios antrópicos.

IV.II.5 Muestreo de fauna en el SA

El muestreo de fauna es una actividad clave para conocer qué especies de animales habitan en la zona donde se desarrollará el proyecto. A través de este proceso se obtiene información sobre la variedad de especies, su número aproximado, los lugares que utilizan y su importancia en el equilibrio del ecosistema. Con estos datos se establece una base de referencia que permite identificar los posibles efectos del proyecto sobre la fauna y, en su caso, definir medidas de protección, prevención o compensación que aseguren la conservación de la vida silvestre.

IV.II.5.1 Transectos

Con la finalidad de caracterizar la fauna que se encuentra dentro del SA, se realizó un muestreo por medio de transectos lineales tomando como referencia el método descrito en el manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas (FMCN, 2018). Este método consiste en ubicar senderos existentes y recopilar las coordenadas de inicio, para posteriormente poder recorrerlos buscando huellas, excretas, refugios (madrigueras, nidos), entre otro tipo de indicios de fauna, en un ancho de 2 m del camino; al terminar el recorrido se toman las coordenadas del punto de finalización. Con respecto a la observación de las aves se utilizaron los mismos transectos, con la diferencia que, el ancho del transecto fue de 20 m, con el propósito de tener un rango más amplio de observación y captura de datos.

En total se recorrieron cinco transectos con una longitud de 13,540 m, durante los meses de febrero y marzo del 2026. En la Figura 30 se muestra la localización de los transectos recorridos, y en la Tabla 29 se enlistan las coordenadas, respectivamente. Para el registro de datos de presencia de fauna se recabaron los siguientes datos:

a) Tipo de observación (directa: avistamiento; indirecta: auditiva, huellas, excretas, pelo, nidos, madrigueras y olor, entre otros).
b) Vegetación en la cual se encontraba.
c) Nombre común del animal.
d) Hora de avistamiento.
e) Ubicación aproximada.
f) Otras observaciones pertinentes que ayudaran a la identificación.

Tabla 29. Transectos de muestreo de fauna.

Transecto	Coordenadas UTM-13N				Longitud (m)
	Iniciales		Finales		
	mE	mN	mE	mN	
Fau-LS-01	296394	2829873	295986	2828886	2,382
Fau-LS-02	295822	2830242	295676	2829632	1,738
Fau-LS-03	294709	2830337	294989	2828968	3,702
Fau-LS-04	292662	2828956	292449	2829141	3,206
Fau-LS-05	292076	2829271	291604	2829550	2,512

En el Anexo VIII se puede consultar el formato utilizado en campo para capturar los datos.

De igual forma, en la Figura 31 se aprecia la evidencia de fauna registrada, tanto en los transectos establecidos como en las cámaras trampa. Más adelante, en la tabla de especies con probabilidad de incidencia, se especifica qué especies fueron observadas directa e indirectamente dentro del SA. Asimismo, en la Figura 32 se observa una ampliación de los cinco transectos realizados, con el objetivo de mostrar el tipo de observación de los registros de fauna.

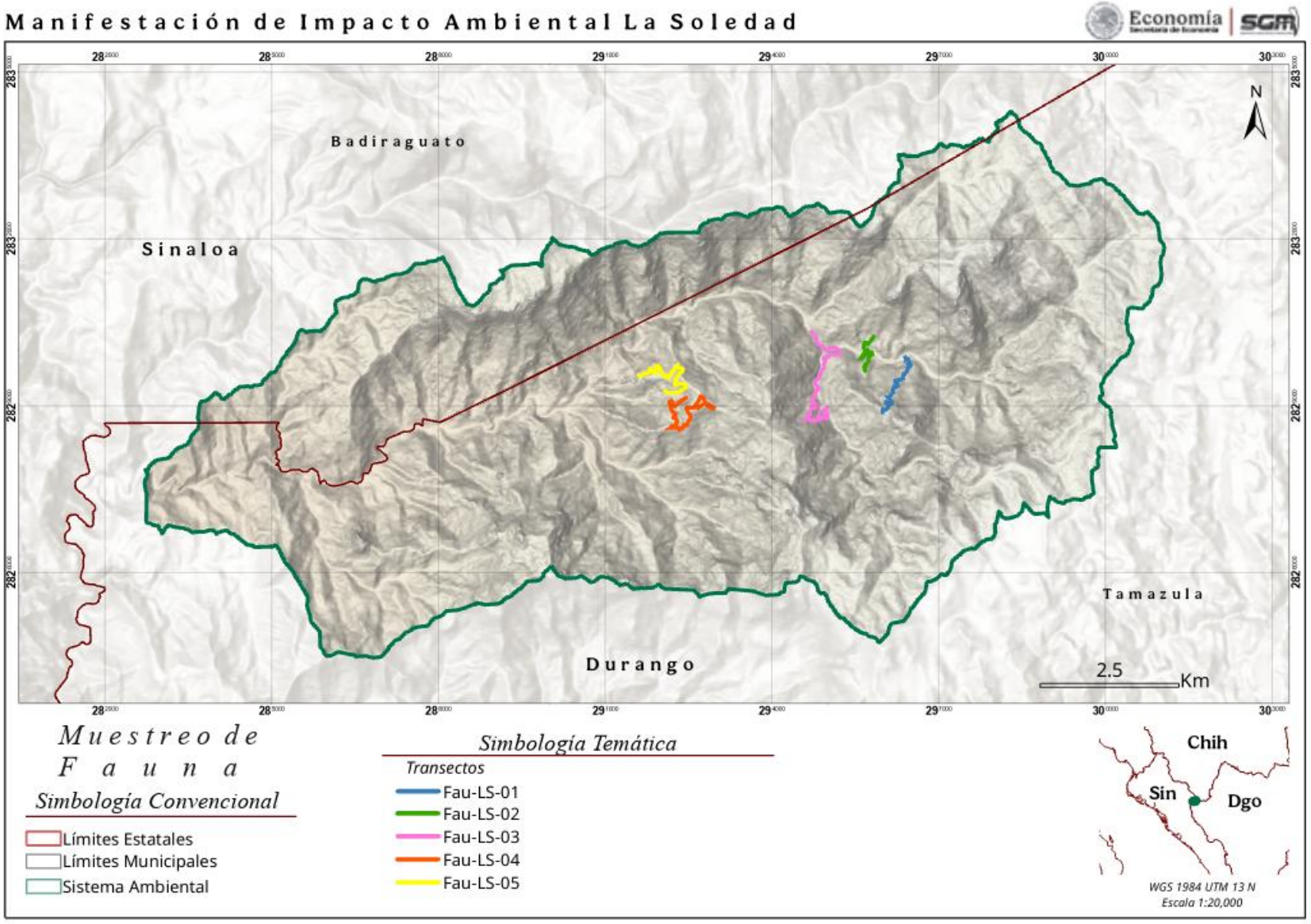


Figura 30. Transectos de muestreo de fauna recorridos en campo.

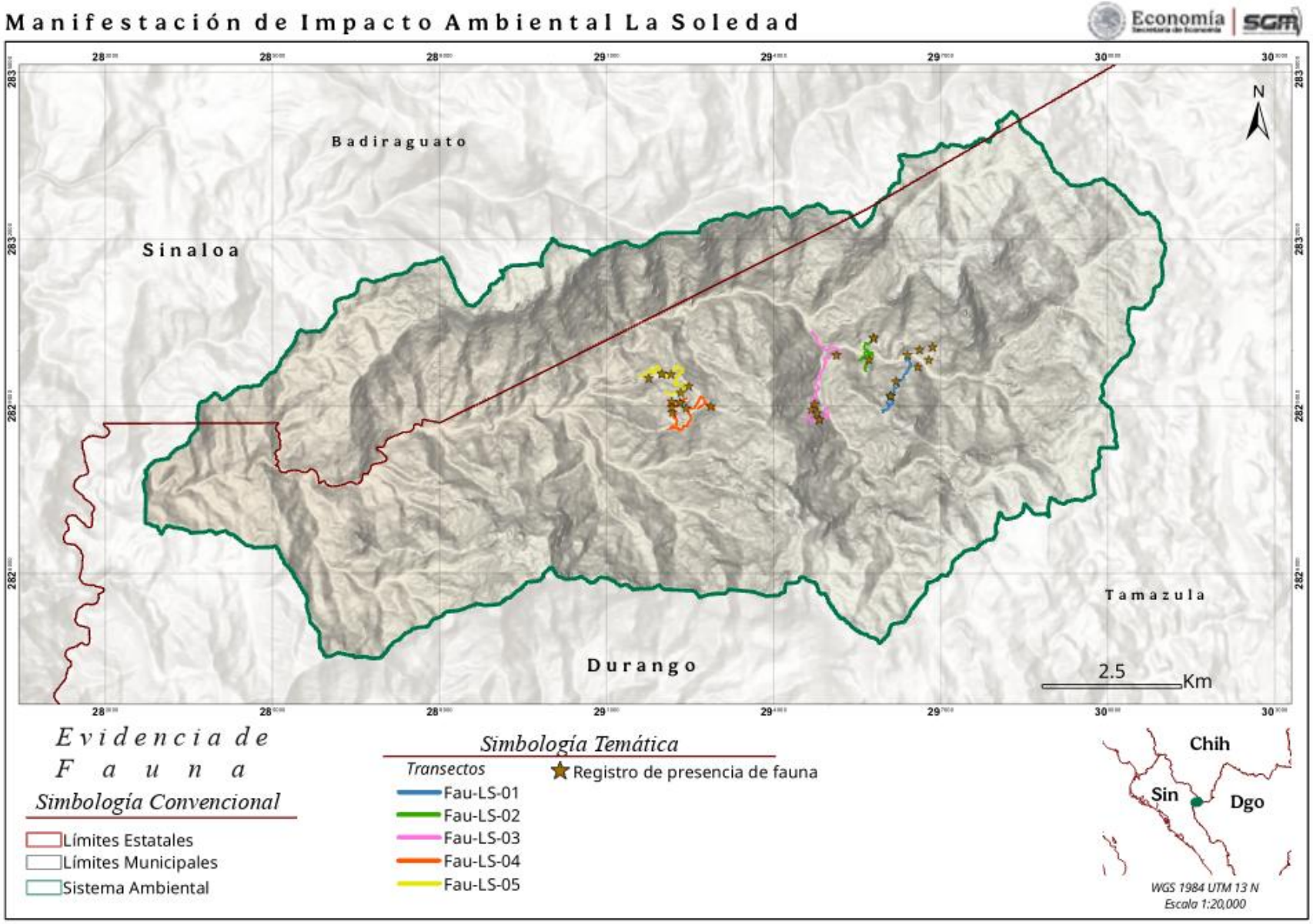


Figura 31. Evidencia de fauna registrada en transectos recorridos en campo, y cámaras trampa.

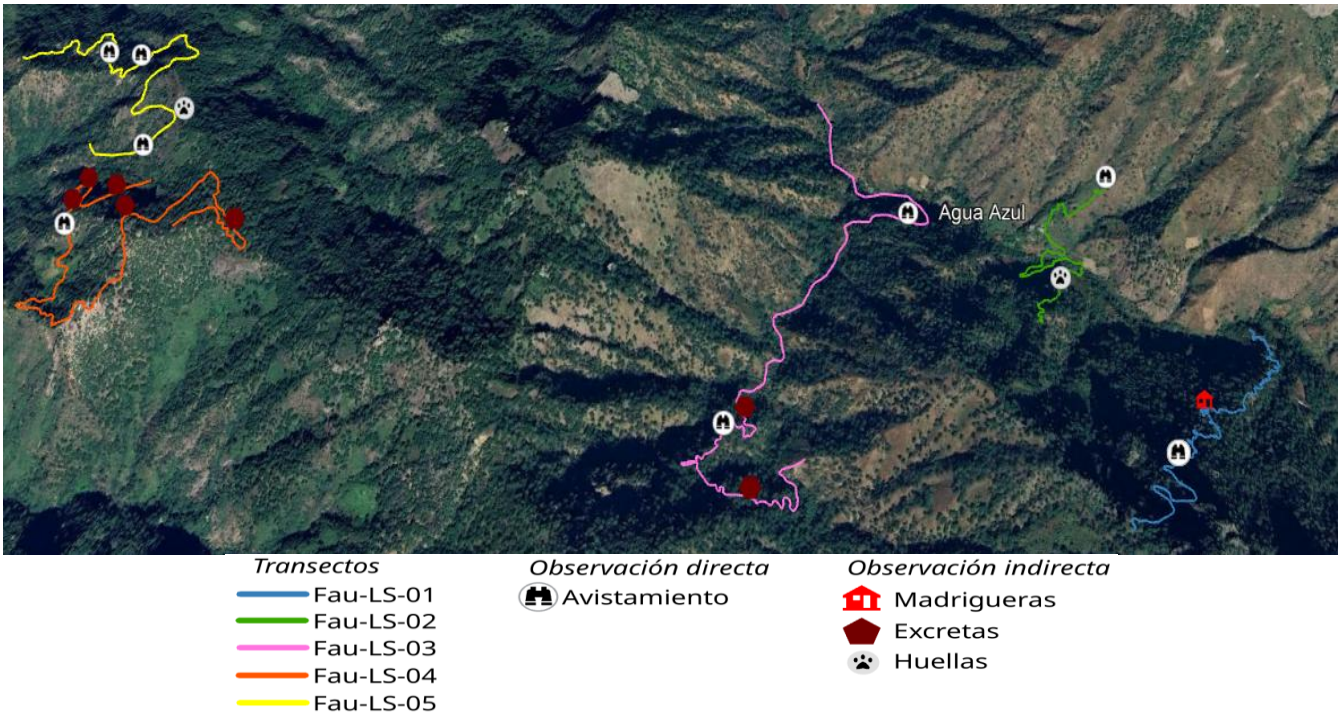


Figura 32. Ampliación de los transectos recorridos, con sus respectivas observaciones de fauna.

IV.II.5.2 Estaciones olfativas

Otra técnica usada durante el muestreo de fauna en los transectos fueron las estaciones olfativas, éstas son un sistema de estaciones de muestreo provistas con atrayentes odorantes, los cuales atraen a los individuos hacia los puntos de registro. Estas estaciones se distribuyen de forma sistemática a intervalos constantes a lo largo de los transectos definidos. Cada estación está compuesta por una superficie circular de aproximadamente un metro de diámetro, en donde previamente se tamiza el suelo para una adecuada detección de huellas; en el centro de dicha superficie se coloca el atrayente. La distancia entre estaciones se determina a partir de información ecológica, la orografía del sitio, así como el comportamiento del desplazamiento espacial de las especies (Gompper, 2006; Rodríguez-Mazzini, 1996).

En total se colocaron siete estaciones olfativas a lo largo de los transectos (Figura 33), en cada una de ellas se instaló una cámara trampa, con el objetivo de capturar imágenes de individuos de diferentes especies, en especial mamíferos atraídos por el olor (Fotografía 77). El cebo utilizado en las estaciones fue elaborado a partir de una mezcla de sardina, avena y vainilla, el cual se colocó al centro del círculo donde previamente se tamizó el suelo para una mejor observación de las huellas (Fotografía 78).

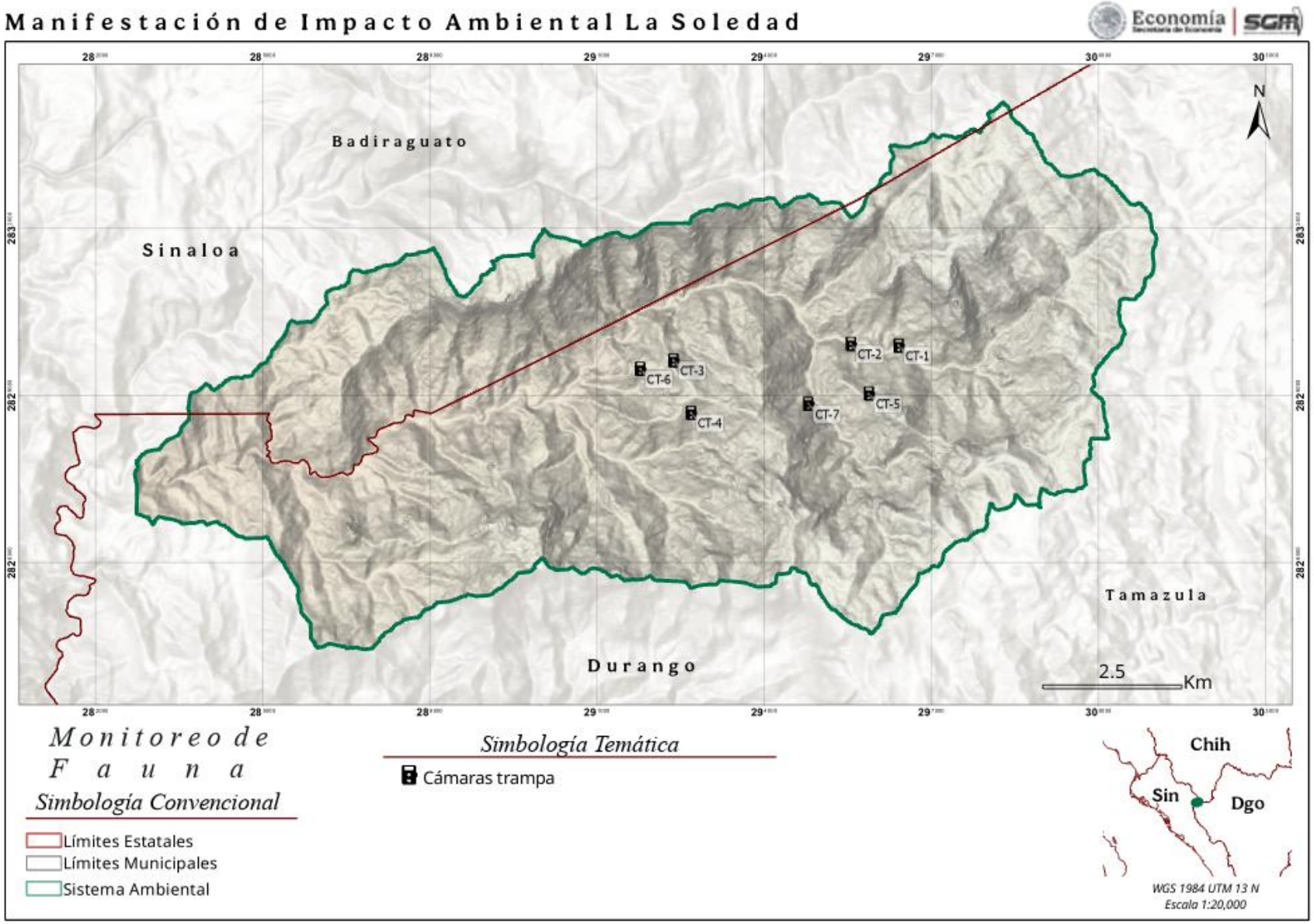


Figura 33. Localización de las cámaras trampa dentro del SA.



Fotografía 77. Evidencia de colocación de cámaras trampa.



Fotografía 78. Preparación del cebo para las estaciones olfativas.

En conclusión, después de analizar los registros de presencia de fauna observados directa e indirectamente durante los recorridos y las cámaras trampa (avistamientos; canto, excretas, huellas, refugios, piel, entre otros), se logró la identificación de 15 especies de animales que inciden dentro del SA; en la Tabla 30 se enlistan las especies que fueron identificadas, y se menciona su estatus de conservación según la NOM-059, y la lista roja de la UICN; asimismo, se especifica si se encuentran sujeta a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES). De igual forma, en la Figura 34 se representan los sitios donde se encontraron u observaron las especies.

Tabla 30. Registro de fauna en el Sistema Ambiental.

Grupo	Especie	Nombre común	Tipo de observación	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Avistamiento	-	-	LC
	Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	Avistamiento	-	-	LC
	Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	Avistamiento	Pr (Sujeta a Protección Especial)	-	LC
	Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	Avistamiento	-	-	LC
	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	Avistamiento	-	Apéndice II	LC
	Zenaida asiática	Paloma alas blancas	Avistamiento	-	-	LC
Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Excretas	-	-	LC
	Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	Avistamiento y excretas	-	-	LC
	Tlacuatzin canescens	Tlacuache ratón gris	Avistamiento	-	-	LC
	Puma concolor	Puma	Huellas y excretas	-	Apéndice II	LC
	Megascapheus umbrinus	Tuza	Avistamiento	-	-	LC
	Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	Excretas	-	-	LC
	Sciurus aberti	Ardilla de Abert	Avistamiento	-	-	LC
	Myotis thysanodes	Murciélago ratón peludo	Avistamiento	-	-	LC
Reptiles	Fam. Viperidae	Víbora	Piel	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONABIO (2025).

Nota: En el Apéndice II se agrupan a las especies que no están amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo, a menos de que se prohíba su comercio, o bien, el comercio esté autorizado por permisos específicos como los de exportación o certificados de re exportación. LC = Preocupación menor, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

.

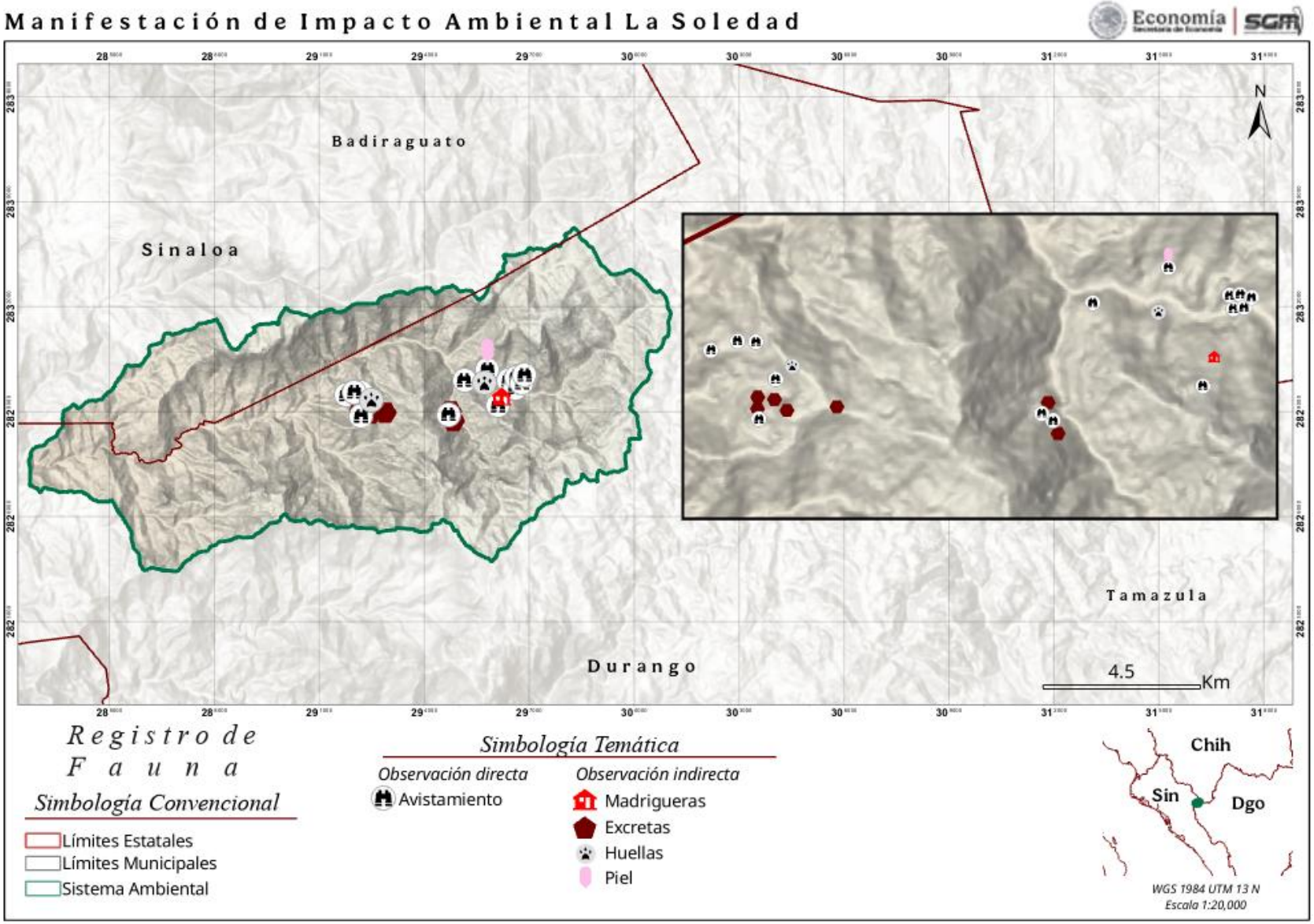


Figura 34. Sitios de registro de presencia de fauna durante el muestreo en campo.

IV.II.5.3 Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con lo antes mencionado, durante los recorridos realizados en el SA, se registraron 15 especies de fauna, de las cuales, únicamente *Cyrtonyx montezumae* (codorniz de Moctezuma) se encuentra bajo la categoría de Pr (Sujeto a Protección Especial), según la NOM-059. Por otro lado, *Buteo jamaicensis* (aguililla cola roja) y *Puma concolor* (puma) se encuentran ubicados en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), es decir, que, aunque estas especies no están necesariamente amenazadas de extinción, podrían llegar a estarlo a menos de que se controle estrictamente su comercio; o bien, el comercio puede autorizarse siempre y cuando se conceda un permiso de exportación o un certificado de re exportación. De las 15 especies enlistadas anteriormente en la Tabla 30, 14 se encuentran bajo la categoría de LC (Preocupación menor) de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Nacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), lo que indica que, todas son especies con amplia distribución y poblaciones abundantes en estado silvestre, indicando un bajo riesgo de extinción.

Es importante recalcar que, con el objetivo principal de evitar pérdidas de los individuos de especies registradas, el personal del proyecto contará con fichas técnicas para conocer las características tanto físicas como de distribución de éstas (Anexo IX).

IV.II.5.4 Análisis de fauna

Posterior a la evaluación de los criterios del SA, se determinó que, el tipo de muestreo que mejor se adapta a las condiciones de la fauna, es el muestreo no probabilístico de tipo oportunista; es decir, que, no se sigue un diseño de muestreo estructurado con reglas fijas de esfuerzo, espacio o tiempo; más bien, se registra lo que se observa directa e indirectamente conforme uno avanza sobre los transectos establecidos. Es importante mencionar que, el método llevado a cabo no asevera que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados terrestres de la zona (aves, mamíferos, reptiles y anfibios); sin embargo, se obtuvo información suficiente para establecer una caracterización general de la fauna existente en el área de estudio.

Una de las técnicas empleadas previo al trabajo de campo, fue realizar un análisis de las especies con probabilidad de incidencia, mediante la revisión de bases de datos de distribución y registro de éstas, con el objetivo de facilitar el reconocimiento de evidencias directas (avistamiento) e indirectas (refugios, excretas, huellas, etc.) durante el muestreo.

A partir de los registros de presencia de fauna derivados de evidencias directas e indirectas, se realizó un análisis cuantitativo de la comunidad faunística, mediante el cálculo de la frecuencia de registro por especie. Con base en estos valores, se estimaron los índices de diversidad: 1) Índice de Shannon e 2) Índice de Simpson, los cuales permiten evaluar la equitatividad, riqueza y dominancia de la fauna registrada en el SA. Es de suma importancia mencionar que, estos cálculos se basan en la frecuencia de registro, por lo que, los resultados representan la diversidad de la comunidad muestreada, y no la abundancia real de las especies (número total de individuos dentro del ecosistema).

❖ Frecuencia relativa

La frecuencia es el número de veces que, una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies. En este proyecto, la frecuencia relativa indica la proporción de registros en los que se detectó cada especie, con respecto al total.

A continuación, en la Tabla 31, se presentan los cálculos correspondientes a la frecuencia relativa, es decir, el número de registros correspondientes a cada especie. Cabe mencionar que, la riqueza de especies es igual a 15.

Tabla 31. Frecuencia relativa de la fauna en el SA.

Especie	Registros	Frecuencia relativa (FR)	% (FR × 100)
Tlacuatzin canescens	1	0.03	3.33
Cathartes aura	3	0.10	10
Melanerpes formicivorus	1	0.03	3.33
Buteo jamaicensis	1	0.03	3.33
Myotis thysanodes	1	0.03	3.33
Toxostoma curvirostre	2	0.07	6.67
Cyrtonyx montezumae	2	0.07	6.67
Dicotyles tajacu	1	0.03	3.33
Puma concolor	3	0.10	10
Zenaida asiática	2	0.07	6.67
Megascapheus umbrinus	1	0.03	3.33
Odocoileus virginianus	6	0.20	20
Urocyon cinereoargenteus	3	0.10	10
Sciurus aberti	2	0.07	6.67
Fam. Viperidae	1	0.03	3.33
Total	**30**	**1**	**100**

Nota: La Frecuencia relativa (FR) se calculó dividiendo el número de registros de una especie, sobre el total de registros.

Con base en los registros de presencia de fauna obtenidos en campo, se identificó una riqueza de especies igual a 15, con un total de 30 registros. El análisis muestra que, *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) presentó el mayor número de registros (seis) con dos avistamientos, y cuatro registros de excretas; seguido por *Cathartes aura* (zopilote aura), *Puma concolor* (puma), y *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) con tres registros cada uno. Por el contrario, especies como *Tlacuatzin canescens* (tlacuache ratón gris), *Melanerpes formicivorus* (carpintero bellotero), y *Megascapheus umbrinus* (tuza), quienes únicamente tuvieron un registro, representan respectivamente el 3.33% del total de registros.

Lo anterior refleja que, según los registros de presencia de fauna en el SA, la distribución de especies no es uniforme, pues, un número reducido de especies concentra la mayor proporción de registros, mientras que, la mayoría presenta ocurrencias raras o esporádicas.

❖ **Índices de diversidad**

1) Índice de Shannon

Permite evaluar la diversidad de la comunidad de fauna detectada, considerando tanto la riqueza (15 especies), como la distribución de la frecuencia de registro de las especies (equitatividad). Los valores de este índice normalmente oscilan entre 1 y 5, interpretándose de la siguiente forma: valores < 2 = diversidad baja; valores de 2 a 3.5 = diversidad media-alta; valores superiores a 3.5 = diversidad alta (Margalef, 1972).

Derivado del análisis, se obtuvo que, el índice de diversidad de Shannon (H' = 2.53) indica que, el SA presenta una diversidad faunística media-alta; lo que asimismo sugiere que, la comunidad muestreada se encuentra relativamente equilibrada, pues no existe una dominancia marcada por alguna especie en específico.

2) Índice de Simpson

Se emplea ampliamente en ecología para evaluar la diversidad de comunidades; en este caso se consideró tanto la riqueza de especies como la frecuencia relativa. Es importante mencionar que, el valor de este índice puede expresarse en diferentes formas; en su forma complementaria que fue la que se empleó en este proyecto (1-D = Diversidad), los valores cercanos a 1 representan mayor diversidad, y mientras más cerca de 0 se encuentre el valor, menor diversidad habrá. En otras palabras, a medida que el valor de D (Dominancia), aumenta, la diversidad disminuye.

El valor obtenido según los cálculos realizados (1-D) es igual a 0.904, lo que expresa que, en el SA, la diversidad de la comunidad faunística registrada es alta según el Índice de Simpson, evidenciando una baja dominancia de especies, y una distribución equilibrada de los registros de fauna.

Es importante reiterar que, los índices de diversidad fueron calculados con base en la frecuencia de registros, por lo que, los resultados describen la estructura de la comunidad faunística detectada dentro del SA; es decir, no se habla de la abundancia poblacional real de las especies.

La distribución de especies es amplia, por lo que, la perturbación causada por los puntos a barrenar no es significativa, así que la fauna no se verá afectada con la ejecución del proyecto. Sin embargo, se anexan las fichas técnicas de las especies de fauna para que el personal que labore en el proyecto pueda identificar fácilmente alguna de ellas. (Anexo IX).

IV.II.6 Paisaje

El paisaje es considerado como un componente ambiental relevante, involucra la armonía de la interacción visual o arquitectónica de los diversos elementos geométricos, texturas y formas que integran cada campo de visión, es una parte fundamental del ambiente cuya calidad escénica puede alterarse significativamente debido a las actividades antropogénicas.

De acuerdo con lo anterior, el paisaje es un elemento aglutinador de factores bióticos, abióticos y antropogénicos que inciden en una región determinada. Puede tener dos acepciones: como la imagen del territorio que es percibida y valorada por el observador (visión subjetiva), y como un hecho real que existe en la superficie terrestre, es decir, como un hecho complejo y dinámico (visión objetiva). La diferenciación antes descrita, es parte de la evolución del término, así como la incorporación de formas físicas, culturales, intervenciones humanas, herencias históricas hombre-naturaleza y la relación dialéctica de sus componentes (Rodríguez Esteves, 2020).

La complejidad del estudio del paisaje radica en la variabilidad sensitiva que se debe considerar, bajo este contexto, el presente proyecto aborda la descripción de este complejo componente desde la percepción visual con la finalidad de entenderlo como un elemento valioso desde la percepción escénica (visión subjetiva); además, de acuerdo con González (1981), el paisaje se define como percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas. Cabe señalar, que, aspectos como el tipo de roca y clima contribuyen a su vez a través de agentes erosivos, al modelado definitivo del paisaje que presenta muchas variantes (Rzedowski, 2006).

Considerando lo anterior, se determinó la calidad paisajística con base en la clasificación de la información y posteriormente se incluyó una valoración de datos disponibles como el relieve y la vegetación; mientras que, para la fragilidad paisajística se considera la influencia de asentamientos humanos, así como la cobertura de vegetación incidente en las áreas de interés.

IV.II.7 Características del paisaje

Con base en el análisis del mapa de paisajes Físico-Geográficos de México, escala 1:500,000, elaborado por Priego et al., (2008), se identificó que el SA incide en siete unidades de paisaje, considerando sus componentes, como el relieve, clima, vegetación y la intervención humana (uso del suelo); estas se clasifican a partir de las características regionales. A continuación, se describen las unidades y especies de paisaje identificadas en el SA (Figura 35).

- **Especie de paisaje No. 8**

Se clasifica dentro del apartado *III.2-Montañas volcánicas y tectónico-volcánicas en clima templado.* Se constituye principalmente de montañas volcánicas compuestas por rocas extrusivas ácidas en clima templado húmedo a subhúmedo, con bosque mixto, bosque de coníferas, bosque de encino, pastos inducidos, cultivos agrícolas, bosque mesófilo de montaña y pastos cultivados sobre suelos de tipo regosol, leptosol, cambisol, luvisol y andosol.

- **Especie de paisaje No. 17**

Pertenece a la clasificación *III.3-Montañas volcánicas y tectónico-volcánicas en clima semicálido.* La especie está compuesta por rocas extrusivas ácidas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con selva subcaducifolia, pastos inducidos, bosque de coníferas, cultivos agrícolas, pastos cultivados y selva perennifolia y subperennifolia sobre suelos de tipo leptosol, regosol, cambisol, luvisol, acrisol y andosol.

- **Especie de paisaje No. 18**

De acuerdo a las características identificadas en la región, la especie de paisaje pertenece a la clasificación *III.3-Montañas volcánicas y tectónico-volcánicas en clima semicálido.* Se constituye por montañas volcánicas de rocas extrusivas intermedias en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con selva perennifolia y subperennifolia y pastos cultivados sobre suelos de tipo leptosol, regosol, acrisol, luvisol, cambisol y Andosol.

- **Especie de paisaje No. 30**

Con base en la revisión de las características encontradas, esta unidad pertenece a la clasificación *IV.2-Lomeríos volcánicos y tectónico-volcánicos en clima templado.* Se caracteriza por presentar lomeríos volcánicos constituidos por rocas extrusivas ácidas en clima templado húmedo a subhúmedo, con bosque mixto, bosque de encino, bosque de coníferas, pastos inducidos, cultivos agrícolas, plantación forestal, pastos cultivados sobre suelos de tipo regosol y luvisol, leptosol, cambisol, luvisol y andosol.

- **Especie de paisaje No. 99**

Se clasifica dentro del apartado *VII.3- Montañas magmáticas en clima semicálido.* Se compone principalmente por montañas magmático-denudativas constituidas por rocas intrusivas ácidas en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con selva perennifolia y subperennifolia, bosque de coníferas, selva subcaducifolia, pastos inducidos, cultivos agrícolas y bosque de coníferas sobre suelos de tipo leptosol, regosol, cambisol, luvisol y andosol.

- **Especie de paisaje No. 269**

La unidad de paisaje pertenece a la clasificación *XXVI- Montañas Volcánicas y Tectónico-Volcánicas en Clima Cálido.* El paisaje se caracteriza predominantemente por tener montañas constituidas por rocas extrusivas ácidas en clima cálido húmedo a subhúmedo, con selva caducifolia y subcaducifolia, pastos inducidos, cultivos agrícolas, bosque de coníferas, pastos cultivados, selva perennifolia y subperennifolia y vegetación de galería sobre suelos de tipo regosol, leptosol, cambisol, luvisol, acrisol y ranker.

- **Especie de paisaje No. 307**

La categoría perteneciente a esta unidad de paisaje es *XXX- Montañas Magmáticas en Clima Cálido.* La unidad presenta montañas magmáticas-denudativas (procesos intensos de meteorización en donde las pendientes pueden ser muy pronunciadas), se constituye principalmente por rocas intrusivas de composición ácida en clima cálido húmedo a subhúmedo, con selva caducifolia y subcaducifolia, así como selva perennifolia y subperennifolia. Pastos inducidos, cultivados, cultivos agrícolas y bosque de coníferas sobre suelos de tipo regosol, leptosol, acrisol y cambisol.

.

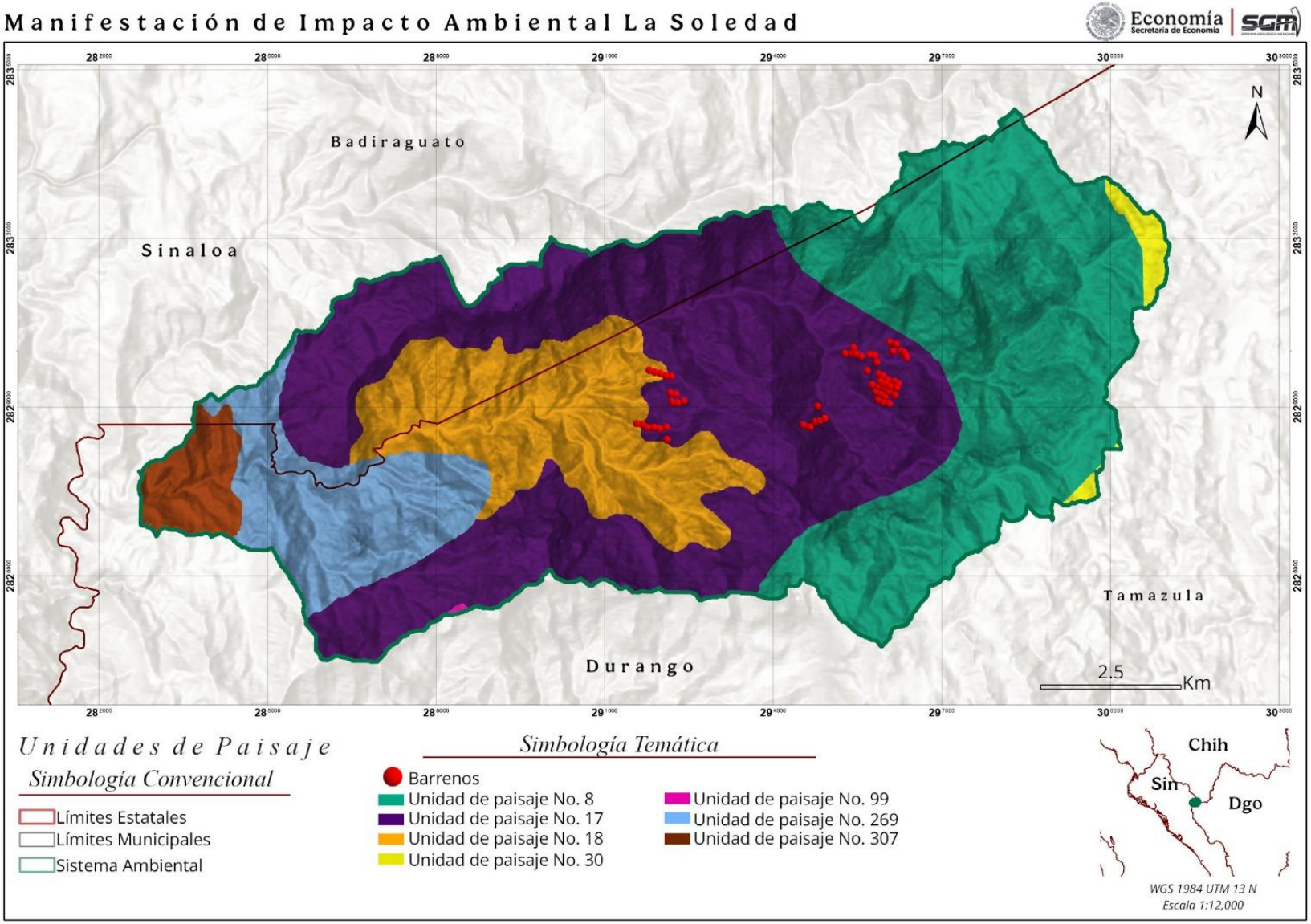


Figura 35. Unidades y especies de paisaje dentro del SA.
Elaboración propia con datos de Priego et al., (2008).

En este marco, es importante señalar que las especies de paisaje mencionadas forman parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, se considera como el sistema más largo y continuo de México caracterizada por un altiplano con una elevación promedio que fluctúa entre los 2,000 msnm y los 1,200 de largo, mientras que, de ancho presenta una extensión entre los 200 km - 400 km, la cual se extiende desde la frontera con los Estados Unidos, hasta la Faja Volcánica Transmexicana, limitada al oeste por el Golfo de California y al este por el Altiplano Central. Este sistema es resultado de una extraordinaria actividad volcánica y tectónica, impulsada por la subducción de la placa de Farallón bajo la de Norteamérica con desarrollo de calderas numerosas en el Oligoceno y Mioceno (Hubp J y Córdova C, 1991; Ferrari et al., 2005).

Además, forma parte de la subprovincia de la Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, se caracteriza por presentar una geomorfología de meseta, sin embargo, esta disectada por ríos encañonados. La geomorfología es abrupta, producto de la disección de corrientes jóvenes sobre una gran meseta riolítica. La topografía es característica debido a procesos generados por la erosión, así como procesos de intemperismo, predominando sobre los químicos siendo particularmente notables las bufas y las mesas que se encuentran en la zona. La presencia de material húmico y suelos sobre el que se levantan los bosques presentan aspectos redondeados que denotan una etapa de erosión madura. Los procesos endógenos con mayor importancia son ígneos volcánicos y fuertes fallamientos de tipo normal. El proceso exógeno sobresaliente es la erosión fluvial (SEMARNAT, 2015).

En el área de estudio no se registran cuerpos de agua superficiales, sin embargo, se identificó la corriente perenne arroyo La Soledad, la cual tiene una dirección este-oeste y cruza toda el área del SA. El tipo de drenaje que se presenta en el área de interés corresponde al tipo dendrítico.

De acuerdo a la ubicación de los 60 barrenos programados, se identificó que 54 barrenos inciden en la **especie de paisaje No. 17**, dispuestos de la siguiente manera: BCO-01, BCO-02, BCO-03, BCO-04, BCO-05, BCO-06, BCO-07, BCO-08, BCC-17, BCC-10, BCC-16, BCC-09, BCC-15, BCC-08, BCC-07, BCC-14, BCC-06, BCC-13, BCC-05, BCV-02, BCV-07, BCV-03, BCV-01, BCV-04, BCV-05, BCV-06, BCV-09, BCV-08, BCV-10, BCV-12, BCV-11, BCV-18, BCV-15, BCV-13, BCV-14, BCV-25, BCV-22, BCV-19, BCV-16, BCV-17, BCV-28, BCV-26, BCV-23, BCV-20, BCV-21, BCV-29, BCV-27, BCV-24, BCM-02, BCM-06, BCM-03, BCM-04, BCM-05 y BCM-01, mientras que los 6 restantes: BCC-01, BCC-02, BCC-03, BCC-04, BCC-11 y BCC-12, se encuentran en la **especie de paisaje No. 18.** De acuerdo con lo anterior, se analizaron las características topográficas con base en la información del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) que presenta una resolución de 5 m, donde se determinó que el área de estudio tiene una diferencia altitudinal que fluctúa entre los 545 m, entre los 1,340 msnm y 1,885 msnm (Figura 36), con una inclinación promedio que oscila entre los 13° y <33°.

Debido al gradiente altitudinal y las condiciones climáticas, la vegetación predominante en el SA es el bosque de pino, cobertura vegetal que incide en 44 sitios de exploración, mientras que 15 barrenos se localizan dentro del bosque de encino y uno, se encuentra en zona de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (Fotografía 79).

.

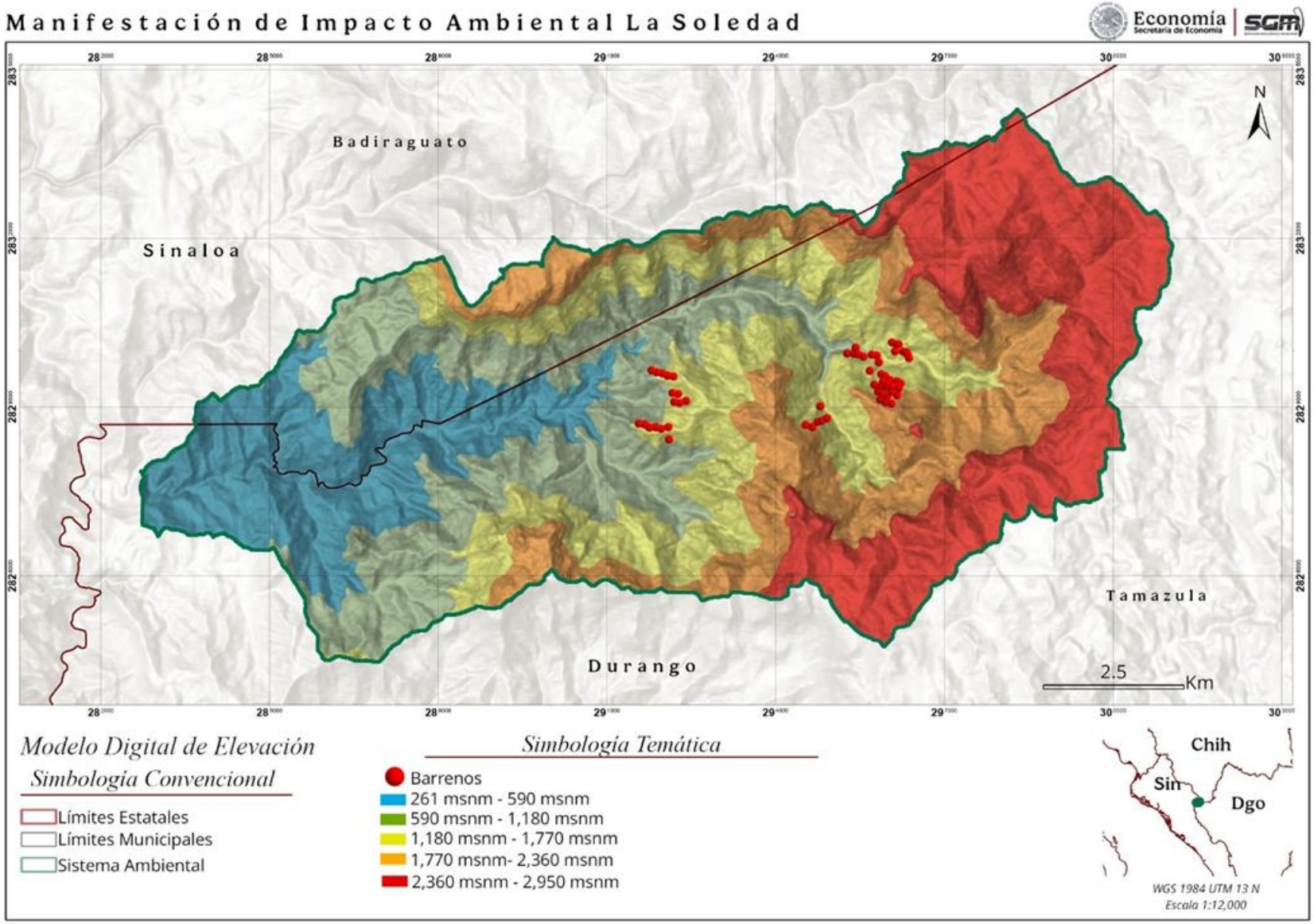
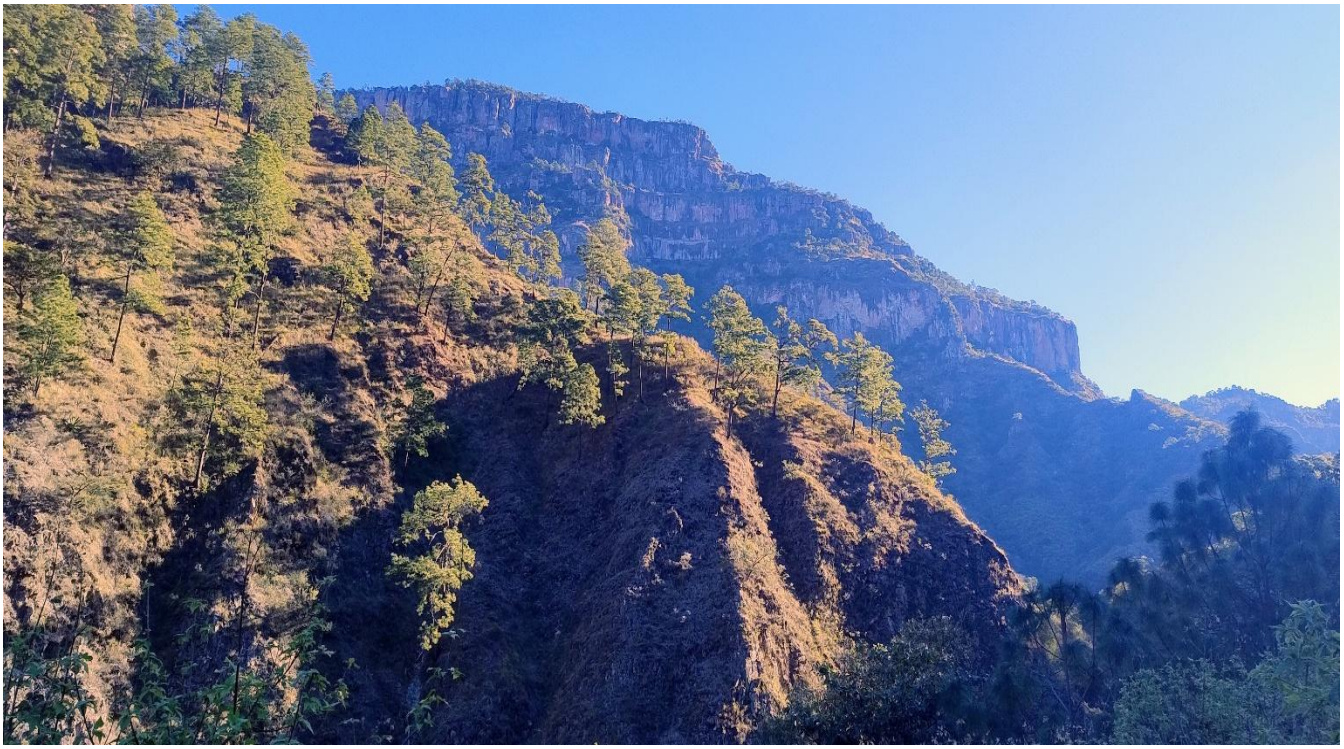


Figura 36. Modelo digital de elevación del área de interés
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, (2025).



Fotografía 79. Panorámica de la vegetación del área.

Considerando que la evaluación del paisaje trae consigo la dificultad de encontrar un sistema efectivo para medirlo, debido a que en todos los métodos propuestos en bibliografía descrita previamente existe en cierto modo un componente subjetivo, en este contexto, cabe destacar que en la mayoría de las metodologías se consideran tres aspectos importantes (visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual (SEMARNAT, 2002). En este marco, los atributos se consideraron en torno al desarrollo de las actividades del presente proyecto de exploración y que, a continuación se describen.

IV.II.7.1 Visibilidad

Diversos conceptos de visibilidad del paisaje se han desarrollado a través del tiempo, sus características y atributos hacen compleja su definición, sin embargo, de acuerdo con Inglis et al., (2022), el análisis de visibilidad y calidad del paisaje consiste en calcular modelos espaciales en áreas geográficas que pueden ser avistadas desde un punto específico, conocido como cuenca visual, para el cálculo de los puntos avistados, se requieren algoritmos de alto desempeño que proveen un análisis eficiente y confiable. En este contexto, los modelos de visibilidad en Sistemas de Información Geográfica se han vuelto una herramienta fundamental, en la investigación referente a la interacción humana, así como en la planeación paisajística. Además, se incluye el panorama visual del área que pertenece a la caracterización de no solo lo que es visto, si no también, de la conexión visual que presentan los humanos con el ambiente circundante en un campo de visión tridimensional.

Con base en lo anterior, para realizar el análisis de visibilidad se utilizó el software Arcgis PRO versión 3.5, empleando una visualización 3D y tomando como referencia, la ubicación de las localidades cercanas y el modelo digital de elevaciones obtenido a partir del procesamiento de Modelos Digitales de Elevación (MDE) de alta resolución mediante la tecnología Light Detection and Ranging (LIDAR) con resolución de 5 m (INEGI 2025). Para ello, se requiere de un modelo ráster (con celdas), donde se determinan las ubicaciones visibles para un observador. En este contexto, se toma en cuenta la visibilidad del centro de cada celda, calculando el ángulo de la pendiente hacia el centro de la celda con el ángulo de altitud hacia el horizonte local, donde el horizonte local se obtiene considerando el terreno que interviene entre el punto de observación y el centro de la celda actual, por lo que, si el punto se encuentra por encima del horizonte local, se considera visible, de lo contrario no es visible.

En este contexto, se determinó un campo de visión radial y uno lineal para determinar si la capa objetivo, compuesta por los barrenos programados donde se llevarán a cabo actividades de exploración, serán visibles, además, se estableció un radio de búsqueda de 1 km que corresponde al buffer del mismo radio contemplado para la ubicación de localidades cercanas al área de interés. Aludiendo a lo previamente mencionado, se identificaron zonas visibles y no visibles en el área de interés, la orientación es N-S, detectando cercanía de las localidades: Pitorreal, El Plátano, El Duraznal, Guajolote, El Agostadero, La Aguateca, Los Ocotes, La Soledad, La Apomita, San Marcial, El Limoncito, Pie de la Cuesta, Pitorrealito, Agua Azul, La Tableta, La Ventana, La Trampa, El Pinito, El Rincón de Corral de Piedra, La Víbora, La Casa Vieja, Las Juntas, La Mesita, El Cordón, El Pueblito, La Mesa del Duraznito; en el municipio de Tamazula, Durango y La Soledad, La Mesa del Duraznito, Las Lonas y El Duraznito; en el municipio de Badiraguato, Sinaloa. De acuerdo con el análisis de visibilidad en el área de estudio, con base en la ubicación de las comunidades más cercanas referidas previamente, se determinó que por las condiciones del relieve las obras del proyecto serán visibles desde los asentamientos humanos, sin embargo, hay que consideran la cobertura vegetal que incide en la región y en las áreas de La Mica, Cerro Verde, Cerro del Cobre y Río Cocoyome; además las diferencias de altitud dificultarán la visibilidad de las obras a los pobladores, como se puede observar en la Figura 37.

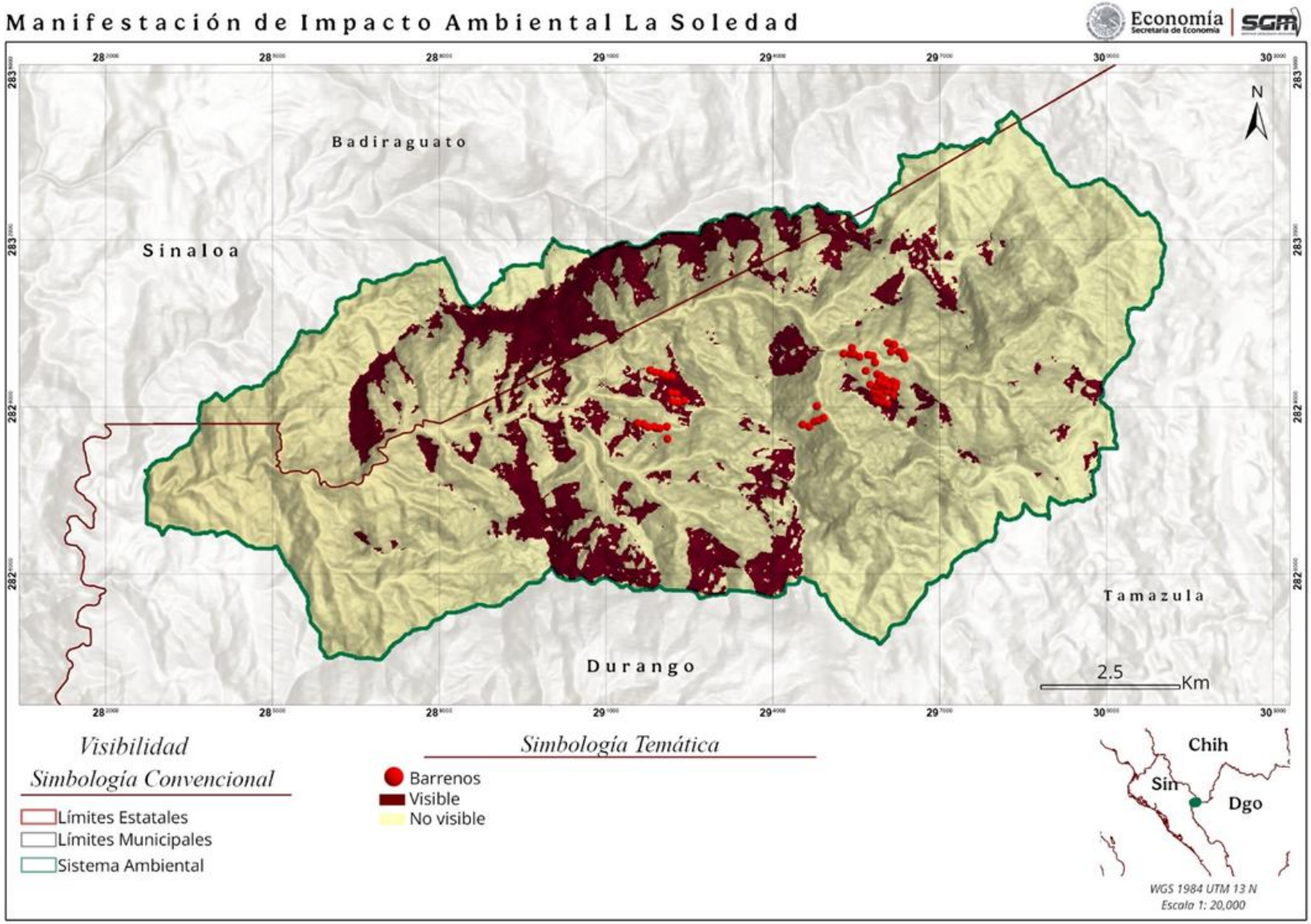


Figura 37. Visibilidad del proyecto respeto a las localidades cercanas.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, (2025).

IV.II.7.2 Calidad paisajística

De acuerdo con Wartmann et al., (2021), la calidad paisajística es la excelencia estética de un paisaje en la cual existen dos paradigmas para evaluarla: 1) Aproximación objetiva y, 2) Aproximación subjetiva; la aproximación objetiva percibe la calidad del paisaje como una característica física inherente al mismo, que puede ser determinada y clasificada por expertos, mientras que, la aproximación subjetiva considera la calidad visual a partir de la interacción entre el observador y el paisaje, el cual requiere la evaluación de la percepción de las personas. El paradigma objetivo puede ser ejemplificado a través de una evaluación basada en el conocimiento de expertos, que incluyen clasificaciones del paisaje; mientras que, el paradigma subjetivo se ilustra en estudios que responden a las preferencias paisajísticas, así como a la contribución física.

Con base en lo anterior, diferentes índices son comúnmente utilizados para evaluar diversas características del paisaje, tales como: uso y cobertura de vegetación, valores ecológicos, características visuales y culturales, así como la percepción social a través del tiempo.

En este contexto, como se puede apreciar, las características espaciales y no espaciales, determinan la calidad paisajística de un área específica, en conclusión, se entiende por calidad paisajística a la funcionalidad y estructura visual encontrada en un lapso de tiempo determinado (Sowinska y Michalik, 2020). Además, el paisaje tiene un valor intrínseco, su valoración cualitativa que se puede definir por medio de: 1) La calidad visual taxativa, 2) Calidad de las vistas directas que desde él se divisan y, 3) Horizonte escénico que lo enmarca; es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que evalúan la belleza del paisaje (Cifuentes, 1979).

Según la guía metodológica para el estudio del paisaje de la Conselleria de Infraestructuras Territorio y Medio Ambiente (2012), se consideraron los siguientes puntos para la identificación de los recursos paisajísticos que permitan valorar la calidad del mismo:

- Se cataloga como recurso paisajístico de interés natural a las áreas o elementos que gocen de algún grado de protección, declarado o en trámite, de carácter local, regional, nacional o internacional, así como áreas o elementos del paisaje altamente valorados por la población por su interés natural.

- El recurso paisajístico de interés cultural son los elementos o sitios con algún grado de protección de carácter local, regional, nacional o internacional, apreciado por la sociedad como hitos en la evolución histórica y cuya alteración, ocultación o modificación sustancial de las condiciones de percepción fuera valorada como una pérdida de los rasgos locales de identidad o patrimonial.

- Se identifica como recurso paisajístico de interés visual, a las áreas y elementos visualmente sensibles cuya alteración o modificación puede hacer variar negativamente la calidad de la percepción visual del paisaje.

En este marco, la población desempeña un rol activo en el manejo y planeación del paisaje, que a su vez representa un elemento ambiental, así como su evolución a través del tiempo debido a las actividades antropogénicas e implicaciones culturales de la zona. El paisaje puede ser identificado como una combinación entre componentes naturales y culturales. Las condiciones morfológicas ambientales y culturales de un territorio son características que constituyen la base de una serie de indicadores que contribuyen a implementar políticas locales con la finalidad de salvaguardar la calidad paisajística de la región (Bruni, 2016).

En este contexto, la región en donde se desarrollará el proyecto cuenta con recursos paisajísticos de interés natural (Fotografía 80), debido a que en el SA inciden el área de importancia ambiental AICA. 255 Corredor de Barrancas de La Sierra Madre Occidental, catalogada como el mayor sistema de barrancas del mundo. Abarca desde la porción noreste del estado de Sinaloa, hasta el suroeste del estado de Chihuahua. Presenta una gran importancia hidrológica, pues es la zona de recarga de acuíferos de la cuenca del Río Fuerte, la cual le da vida al Valle del Fuerte, que a su vez es el mayor productor agrícola del país. Además, incide en la AICA. 237 Pericos, se encuentra en el área limítrofe de los estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua; se han identificado 244 especies con presencia de endemismos.



Fotografía 80. Panorámica del área de estudio.

En adición a lo anterior, también se identificó la RHP. 20 Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya, se localiza al oriente del estado de Sinaloa y al poniente del estado de Durango y sus recursos hídricos principales lénticos son: las presas Adolfo López Mateos y Sinaloa, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación y brazos de río abandonado, en cuanto a los recursos hídricos lóticos, se encuentran los ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato, además de arroyos. Presenta vegetación riparia, bosque tropical caducifolio, de abetos, de encino, de pino-encino y manchones de mesófilo.

También se identificó la RTP. 24 Río Humaya se localiza al oriente del estado de Sinaloa y al poniente del estado de Durango, en los municipios de Badiraguato, Culiacán y Tamazula. Se caracteriza por ser una zona de transición entre selva mediana y bosque templado, con bosques de pino.

De acuerdo a lo descrito previamente, es importante señalar que de las Áreas de Importancia Ambiental descritas previamente, en el área de estudio solo inciden el AICA. 237 Pericos y la RHP. 20 Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya. Cabe señalar que si bien, las áreas representan un recurso paisajístico de importancia, su descripción es de carácter informativo y no limita las actividades económicas previstas ya que no implican ningún desequilibrio ecológico en la región, debido que el desarrollo del mismo se realizará de manera puntual sobre las planillas y, aunado a lo anterior, el personal operativo tiene indicaciones estrictas que establecen la prohibición enfática a realizar actividades de caza, daño, captura y/o molestar a la fauna del lugar.

IV.II.7.3 Fragilidad

La valoración de la fragilidad paisajística requiere la implementación de estrategias, con base en Sistemas de Información Geográfica (SIG), para realizar un análisis integral de características físicas, ambientales, antropogénicas, ayudando a entender la dinámica ambiental en la región, así como auxiliar en la toma de decisiones. La fragilidad es la susceptibilidad que presenta un ecosistema ante condiciones de su equilibrio dinámico de acuerdo a características intrínsecas y extrínsecas. El concepto es utilizado para evaluar el comportamiento que tiene el ecosistema bajo diversas condiciones que incluyen vulnerabilidad ecológica del hábitat, contaminación del agua, inundaciones y degradación ambiental (Da Silva Anjinho et al., 2021).

En lo que respecta a la degradación paisajística, se determina con base en la evaluación de riesgos ecológicos, integrada por dos componentes principales: 1) Fragilidad y 2) Perturbación. La fragilidad paisajística depende de las características locales del paisaje, también es conocida como vulnerabilidad paisajística, la cual indica el grado de susceptibilidad al cambio que presenta la clase o un tipo de paisaje, mientras que la perturbación paisajística indica los procesos ecológicos como fragmentación, asolación (devastación) y dominancia (Listyaningrum et al., 2024). Este apartado se desarrolló con base en una perspectiva visual, tomando en cuenta que se puede definir como la susceptibilidad que tiene un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, en este contexto, Montoya y Standford (2003), consideran elementos que deben contemplarse para la valoración cualitativa de la fragilidad del paisaje, los cuales serán descritos a continuación.

- **Vegetación y usos del suelo**

La vegetación existente y los usos de suelo en un territorio, son factores fundamentales para la evaluación de la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el SA. En este marco, las características de la vegetación permiten ocultar las actividades que se realicen en el territorio, de acuerdo a lo anterior, las formaciones vegetales con mayor altura y con mayor complejidad de estratos, así como mayor grado de cubierta vegetal; son consideradas con menor grado de fragilidad ambiental. En este contexto, de acuerdo a INEGI, 2021, se identificó la presencia de

bosque de pino, fase primaria y secundaria arbustiva de bosque de encino, fase primaria y secundaria arbustiva de bosque encino-pino, selva baja caducifolia y agricultura de temporal. Cabe señalar, que durante los recorridos de campo se identificaron individuos de pino, es importante mencionar que existe mayor proporción de individuos de encinos que dificultan la visualización de las áreas de interés.

- **Pendiente**

La fragilidad paisajística aumenta cuando existe mayor pendiente, debido a que existe una mayor exposición de las actividades que se llevarán a cabo, donde las pendientes mayores a 15° presentan mayor fragilidad, por lo tanto, se ha calculado la pendiente en cada punto del territorio determinando que los barrenos: BCO-01, BCO-02, BCO-03, BCO-04, BCO-05, BCO-06, BCO-07, BCO-08, BCV-01, BCV-02, BCV-03, BCV-04, BCV-05, BCV-06, BCV-07, BCV-09, BCV-10, BCV-11, BCV-12, BCV-13, BCV-14, BCV-15, BCV-16, BCV-17, BCV-18, BCV-19, BCV-20, BCV-21, BCV-22, BCV-23, BCV-24, BCV-25, BCV-26, BCV-27, BCV-28, BCV-29, BCM-01, BCM-02, BCM-03, BCM-04, BCM-05, BCM-06, BCC-04, BCC-05, BCC-06, BCC-07, BCC-08, BCC-09, BCC-11, BCC-12, BCC-13, BCC-14, BCC-15, BCC-16 y BCC-17; tienen pendientes ≤ 15°, por lo cual la exposición visual será relevante para la fragilidad visual del área de estudio. Sin embargo, las condiciones de la vegetación dificultan la visualización de las obras.

- **Fisiografía**

Para la evaluación del presente atributo se requiere contemplar condiciones topográficas y la disposición espacial, que, vinculadas a las unidades del paisaje identificadas, permiten la evaluación de la fragilidad. Con base en lo anterior, se deben tomar en cuenta características como altitud, pendiente y geoformas existentes en el territorio. En este contexto, se consideran de mayor fragilidad zonas con mayor altitud o cimas, algo menor las laderas y por ultimo los valles, así como geoformas abruptas. Referente al área de estudio, los terrenos tienen pendientes de grado media a elevada, la gradiente altitudinal que favorece la presencia de bosques templados y bosques secos acompañados de vegetación secundaria arbustiva.

La ubicación de los barrenos presenta una elevación que oscila entre los 1,345 msnm y los 1,912 msnm, el barreno programado a mayor altitud es BCV-29, programado a 1,912 msnm, mientras que el de menor altitud es BCC-01, programado a 1,345 msnm. Se presenta una diferencia altitudinal de 567 m, por lo tanto, su fragilidad visual será de grado medio-alto, cabe señalar que en las inmediaciones del SA existen asentamientos humanos.

- **Forma y tamaño de la cuenca visual**

Se considera que a mayor extensión de la cuenca visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una unidad extensa podrá ser avistada desde un mayor número de puntos. Referente a su forma se ha evaluado en función del tamaño, ya que para grandes unidades se considera de mayor fragilidad aquella cuya forma establezca una direccionalidad en las vistas (forma de elipse) y de menor fragilidad si la forma es redondeada. La influencia de la forma cuando se trate de una unidad pequeña será al revés, las de menor fragilidad serán las formas elípticas, en vez de las circulares. Para este elemento, se consideró el análisis de visibilidad a partir

de datos ráster, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica realizado para el área de estudio en función del modelo digital de elevaciones, contemplando la ubicación de localidades a 1 km a la redonda, determinando que, la forma de la cuenca es elíptica, abarca una extensión de 10,351 ha, por lo tanto, se clasifica como una subcuenca, por ende se considera de mayor fragilidad ya que favorece la precepción de las actividades del proyecto.

- **Compacidad**

Este factor considera que las cuencas visuales con menor complejidad morfológica presentan mayor dificultad para ocultar visualmente una actividad, es decir, las cuencas visuales con menor complejidad morfológica tienen mayor dificultad para ocultar visualmente una actividad. En este sentido, existe cierta complejidad morfológica en el área de estudio por la presencia de elevaciones con altitud variable, así como zonas bajas de cauce, razón por la cual, la fragilidad de la zona es media con respecto a los trabajos desarrollados en el proyecto.

- **Distancia a localidades y vías de comunicación**

Se incluye esta consideración debido a la influencia de los observadores potenciales en el territorio. Evidentemente, el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evaluar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función de la distancia a la red vial y zonas urbanas, por lo cual se determinó.

En conclusión, el análisis de la fragilidad y calidad visual permitió identificar que las unidades de paisaje del área de estudio presentan una alta calidad paisajística y una fragilidad visual media, condiciones asociadas principalmente al relieve, la cobertura vegetal y la presencia de localidades dentro del SA. Bajo este contexto, se considera que las actividades previstas no representan una afectación significativa al paisaje, siempre y cuando se implementen de manera ordenada y conforme a criterios de planificación territorial y manejo sustentable. Asimismo, se recomienda considerar las variables paisajísticas identificadas durante las etapas de diseño, ejecución y operación, con el fin de conservar las características visuales y ambientales del territorio.

IV.II.8 Medio Socioeconómico

IV.II.8.1 Población

Para realizar una investigación exhaustiva del tema, se tomaron en cuenta las localidades y zonas urbanas que estuvieran dentro de un buffer de 1 km de distancia, con respecto al SA. Por lo que se identificaron 30 localidades rurales, de las cuales 4 pertenecen al municipio de Badiraguato, Sinaloa, y 26 a Tamazula, Durango (INEGI, 2025a); con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía realizado en el año 2020, no se tienen datos de 3 localidades de Badiraguato (La Soledad, La Mesa del Duraznito, Las Lonas) y 5 localidades de Tamazula (El Agostadero, El Pinito, La Apomita, San Marcial, El Rincón de Corral de Piedra (Figura 38), por lo que no se tomarán en cuenta en las tablas de información de este apartado.

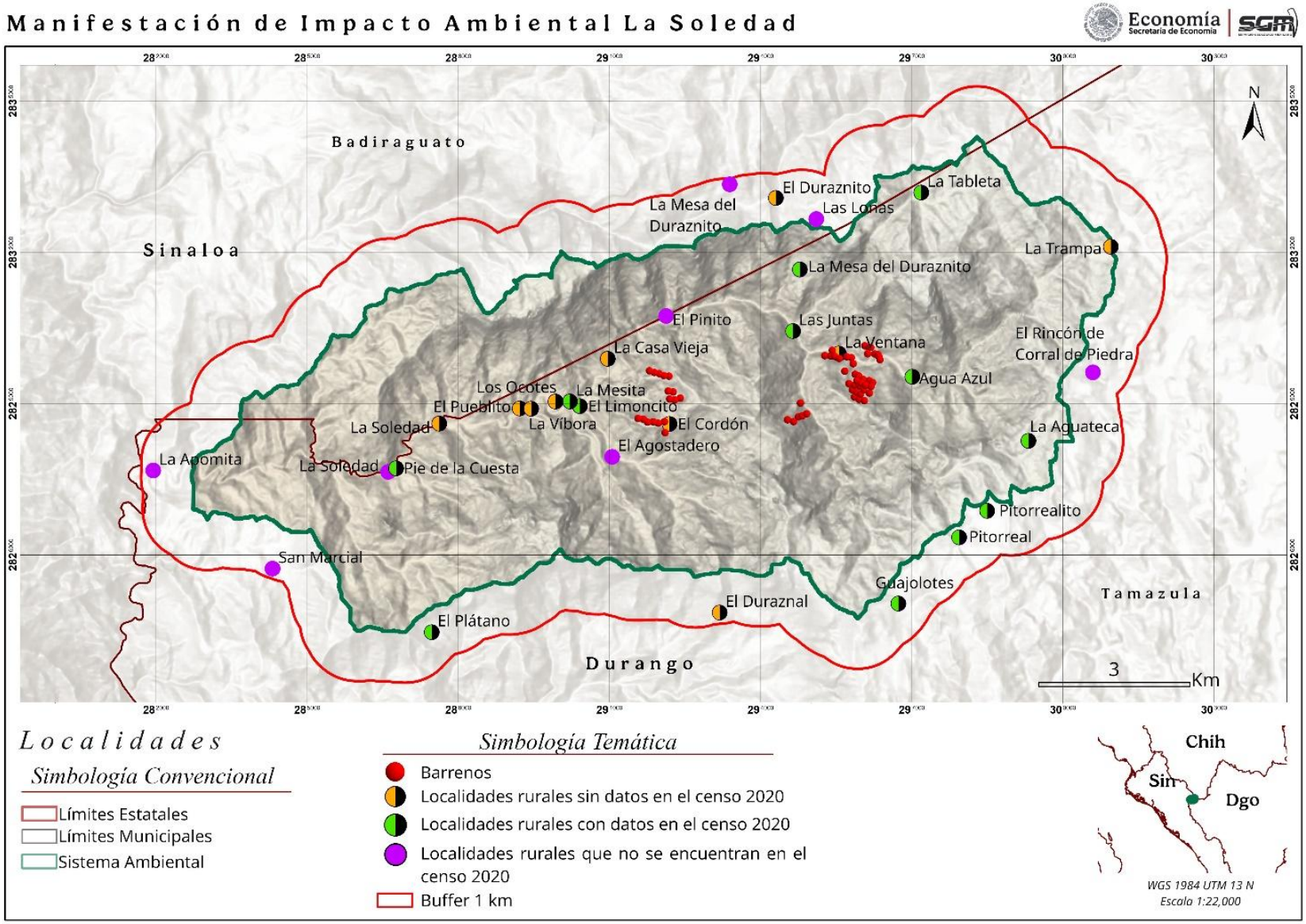


Figura 38. Localidades rurales en el SA.
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

A continuación, en la Tabla 32, se muestran las localidades rurales dentro del buffer de 1 km del SA, que cuentan con datos de la cantidad de habitantes que se registraron en el CENSO 2020 (INEGI, 2021a).

Tabla 32. Población total de las localidades ubicadas dentro del buffer de 1 km con respecto al SA.

Municipio	Localidad	Clave	Población total	Población femenina	Población masculina
Badiraguato	El Duraznito	2123	5	*	*
Tamazula	Agua Azul	0902	7	5	2
	El Cordón	1369	7	*	*
	El Duraznal	0510	2	*	*
	El Limoncito	894	11	5	6
	El Plátano	0506	12	4	8
	El Pueblito	1378	9	*	*
	Guajolotes	0635	96	46	50
	La Aguateca	0692	61	31	30
	La Casa Vieja	1362	10	*	*
	La Mesa del Duraznito	1444	62	27	35
	La Mesita	1365	17	7	10
	La Soledad	0867	6	*	*
	La Tableta	0912	37	17	20
	La Trampa	1003	4	*	*
	La Ventana	0913	8	*	*
	La Víbora	1360	13	*	*
	Las Juntas	1364	13	6	7
	Los Ocotes	0801	9	*	*
	Pie de la Cuesta	0895	9	4	5
	Pitorreal	0335	88	44	44
	Pitorrealito	0900	26	14	12

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).
Nota: * = Sin dato registrado.

La distancia del área de barrenación, con respecto a las localidades rurales se puede observar detalladamente en la Tabla 33.

Tabla 33. Distancias de la población a las áreas de barrenación.

Municipio	Localidad	Distancia (m)
Badiraguato	El Duraznito	3,224
Tamazula	Agua Azul	726
	El Cordón	110
	El Duraznal	3,728
	El Limoncito	1,182
	El Plátano	6,902
	El Pueblito	2,362
	Guajolotes	4,163

Municipio	Localidad	Distancia (m)
	La Aguateca	3,294
	La Casa Vieja	859
	La Mesa del Duraznito	1730
	La Mesita	1,390
	La Soledad	3,949
	La Tableta	3,225
	La Trampa	5,093
	La Ventana	94
	La Víbora	2,135
	Las Juntas	796
	Los Ocotes	1,672
	Pie de la Cuesta	4,909
	Pitorreal	3,294
	Pitorrealito	3,274

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

El comportamiento respecto al censo poblacional en las localidades identificadas, en las tres últimas décadas, se puede observar con detalle en la Tabla 34. De los censos correspondientes a los años de 1990, 1995, 2000 y 2010, no se tiene registro de las comunidades El Duraznito, en Badiraguato, y La Mesa del Duraznito en Tamazula. En las localidades El Pueblito, La Casa Vieja, La Trampa, La Víbora y Las Juntas, en Tamazula, no presentan registros en los censos de 1990 y 1995. En las localidades El Duraznal, El Plátano y La Aguateca (pertenecientes al municipio de Tamazula), presentan un decremento en la población del 31.8%, 7% y 3.7% respectivamente, durante el censo de 1990 al conteo de 1995.

Las localidades Guajolotes, Pitorreal, La Aguateca y Pitorrealito, presentaron el mayor número de población con respecto al último censo realizado (2020). Las localidades que presentaron un decremento considerable durante los censos del 2010 y el 2020 fueron La Trampa (63.6%), El Plátano (61.2%), Pie de la Cuesta (59%), y El Limoncito (35.2%).

Tabla 34. Información del Censo de Población y Vivienda desde 1990 hasta el 2020.

Municipio	Localidad	Población total 1990	Población total 1995	Población total 2000	Población total 2010	Población total 2020
Badiraguato	El Duraznito	*	*	*	*	5
Tamazula	Agua Azul	16	17	8	6	7
	El Cordón	*	*	*	4	7
	El Duraznal	22	15	18	2	2
	El Limoncito	24	31	19	17	11
	El Plátano	57	53	60	31	12
	El Pueblito	*	*	7	11	9
	Guajolotes	57	78	96	106	96
	La Aguateca	27	26	37	29	61
	La Casa Vieja	*	*	10	12	10

Municipio	Localidad	Población total 1990	Población total 1995	Población total 2000	Población total 2010	Población total 2020
	La Mesa del Duraznito	*	*	*	*	62
	La Mesita	*	20	17	23	17
	La Soledad	16	28	36	3	6
	La Tableta	10	*	2	17	37
	La Trampa	*	*	22	11	4
	La Ventana	5	*	35	31	8
	La Víbora	*	*	7	17	13
	Las Juntas	*	*	11	7	13
	Los Ocotes	26	*	7	4	9
	Pie de la Cuesta	10	17	17	22	9
	Pitorreal	31	41	50	75	88
	Pitorrealito	10	29	49	49	26

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (1990, 1995, 2000, 2010, 2021).
Nota: * = Sin dato registrado.

IV.II.8.2 Empleo

En la Tabla 35, se muestra el número de individuos que, se encuentran económicamente activos en las localidades previamente seleccionadas, esta categoría se aplica a la población de 12 años de edad y más que realizan alguna actividad económica o buscan incorporarse al mercado laboral, para la fecha del censo 2020. Sin embargo, solo se tienen datos de 12 localidades de Tamazula, por lo que, en las tablas, no se presentan las localidades que no se tiene información.

Se aprecia que, más del 50% de la población de las localidades de Agua Azul, El Limoncito, El Plátano, Las Juntas y Pie de la Cuesta, se encuentran trabajando, percibiendo un sueldo o bien se encuentran buscando algún trabajo. Mientras que, el resto de las localidades presentan menos del 50% de habitantes que realizan alguna actividad económica, como Pitorreal que únicamente el 5.68% se encuentra económicamente activa.

Tabla 35. Población económicamente activa en las localidades dentro y cercanas al SA.

Municipio	Localidad	Población económicamente activa	Población femenina económicamente activa	Población masculina económicamente activa	%
Tamazula	Agua Azul	5	4	1	71.43
	El Limoncito	7	4	3	63.64
	El Plátano	10	4	6	83.33
	Guajolotes	29	0	29	30.21
	La Aguateca	12	0	12	19.67
	La Mesa del Duraznito	27	7	20	43.55
	La Mesita	3	0	3	17.65
	La Tableta	9	1	8	24.32
	Las Juntas	10	6	4	76.92
	Pie de la Cuesta	7	3	4	77.78

Municipio	Localidad	Población económicamente activa	Población femenina económicamente activa	Población masculina económicamente activa	%
	Pitorreal	5	1	4	5.68
	Pitorrealito	8	1	7	30.77

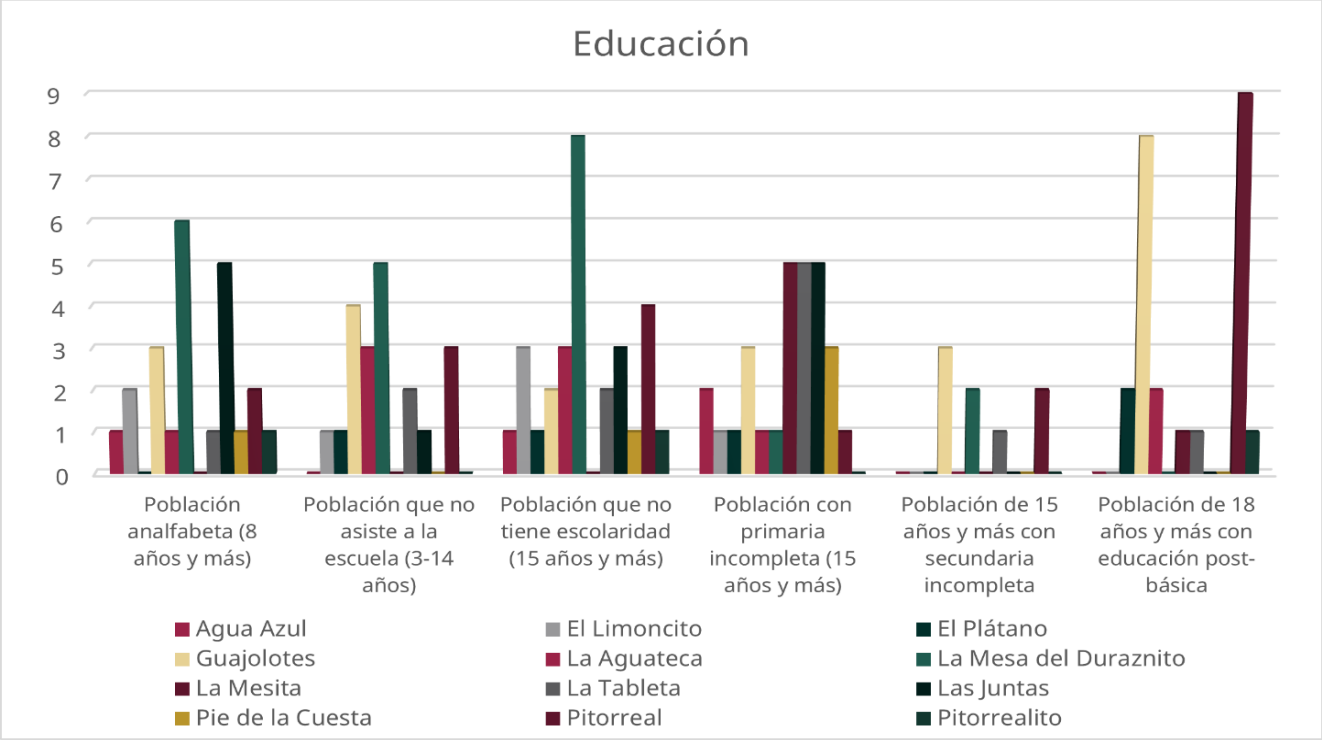
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

IV.II.8.3 Servicios

➢ Educación

En el siguiente apartado se presenta información sobre las características de las localidades que se encuentran dentro de un buffer de 1 km del SA, con respecto a la educación; sin embargo, en el censo 2020, solo se tienen datos de 12 localidades de Tamazula, por lo que, en las gráficas y tablas de este apartado, solo se presentaran dichas localidades.

Se identifica que, de los 62 habitantes de la localidad La Mesa del Duraznito 6 son considerados población analfabeta, es decir, que carecen de habilidades para leer y escribir, seguidas de las localidades Las Juntas con 5 habitantes y Guajolotes con 3. Respecto a la población que no tiene escolaridad entre los 15 años y más, las localidades La Mesa del Duraznito y Pitorreal presentan 8 y 4 habitantes respectivamente. La población de 18 años y más con educación post-básica, es decir, bachillerato, preparatoria y estudios superiores, la localidad Pitorreal presenta 8 locatarios en esta categoría, siendo la mayor de todas (Gráfica 16). Las localidades La Mesita, La Tableta y Las Juntas, presentan 5 habitantes de 15 años y más con primaria incompleta.



Gráfica 16. Datos de educación de las localidades que presentan información.
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

➢ Salud

A continuación, en la Tabla 36, se muestra la vinculación de la población de las localidades previamente mencionadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud, es decir, si están afiliadas a servicios médicos en alguna institución de salud pública como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicio Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicano (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), o en alguna otra.

Tabla 36. Población con derecho a los servicios de salud y bienestar.

Municipio	Localidad	Población sin afiliación a servicios de salud	Porcentaje de la población sin afiliación a servicios de salud (%)	Población afiliada a servicios de salud	Porcentaje de la población afiliada a servicios de salud (%)
Tamazula	Agua Azul	1	14.28	5	71.42
	El Limoncito	6	54.55	5	45.45
	El Plátano	8	66.67	4	33.33
	Guajolotes	17	17.71	79	82.29
	La Aguateca	11	18.03	50	81.97
	La Mesa del Duraznito	23	37.10	39	62.90
	La Mesita	13	76.47	4	23.53
	La Tableta	21	56.76	16	43.24
	Las Juntas	13	100.00	0	0
	Pie de la Cuesta	8	88.89	1	11.11
	Pitorreal	59	67.05	29	32.95
	Pitorrealito	4	15.38	22	84.62

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

➢ Servicios públicos

Con respecto al medio de transporte, y con base en el Censo de Población y Vivienda 2020, el 45.39% de las viviendas habitadas del municipio de Badiraguato, Sinaloa, cuentan con automóvil o camioneta, el 39.87% cuenta con motocicleta o motoneta y el 3.90% utiliza bicicleta como medio de transporte. En el municipio de Tamazula, Durango, el 41.82% de las viviendas habitadas cuentan con automóvil o camioneta, el 34.50% con motocicleta o motoneta y el 1.64% con bicicleta.

En la Tabla 37 se puede observar la disponibilidad y equipamiento de las viviendas, de las localidades que presentan datos. Se determina que, todas las viviendas de las localidades de Agua Azul, El Limoncito, El Plátano, Guajolotes, La Aguateca, La Mesa del Duraznito, Pie de la Cuesta, y Pitorrealito, cuentan con energía eléctrica y agua entubada; en el caso de Pitorreal, solo una vivienda no cuenta con dichos servicios, al igual que el resto de las localidades. Respecto a la disponibilidad de drenaje, de acuerdo a los datos del censo 2020, la mayoría de las viviendas de las localidades no disponen de drenaje, como es en Agua Azul, La Mesita y Las Juntas.

Tabla 37. Servicios públicos que disponen las viviendas habitadas en las localidades dentro y alrededor del SA.

Municipio	Localidad	Viviendas que disponen de energía eléctrica	Viviendas que disponen de agua entubada	Viviendas que disponen de drenaje	Viviendas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
Tamazula	Agua Azul	4	4	0	0
	El Limoncito	3	3	1	1
	El Plátano	3	3	2	2
	Guajolotes	28	28	4	4
	La Aguateca	14	14	5	5
	La Mesa del Duraznito	14	14	1	1
	La Mesita	3	5	0	0
	La Tableta	6	7	1	1
	Las Juntas	2	3	0	0
	Pie de la Cuesta	3	3	3	3
	Pitorreal	20	20	8	8
	Pitorrealito	8	8	1	1

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

➢ Vivienda

Tal como se observa en la Tabla 38, las localidades que cuentan con más viviendas particulares son Guajolotes, Pitorreal, La Aguateca, La Mesa del Duraznito, El Plátano y Pitorrealito; por el contrario, las localidades Las Juntas, Agua Azul, El Limoncito y Pie de la Cuesta, son las que menos viviendas tienen. La localidad Guajolotes tiene 28 viviendas particulares habitadas, 6 deshabitadas y 2 de uso temporal. Mientras Pitorreal, cuenta con 21 viviendas habitadas, 4 deshabitadas y 1 de uso temporal.

Tabla 38. Viviendas particulares en las localidades dentro y en los alrededores del SA.

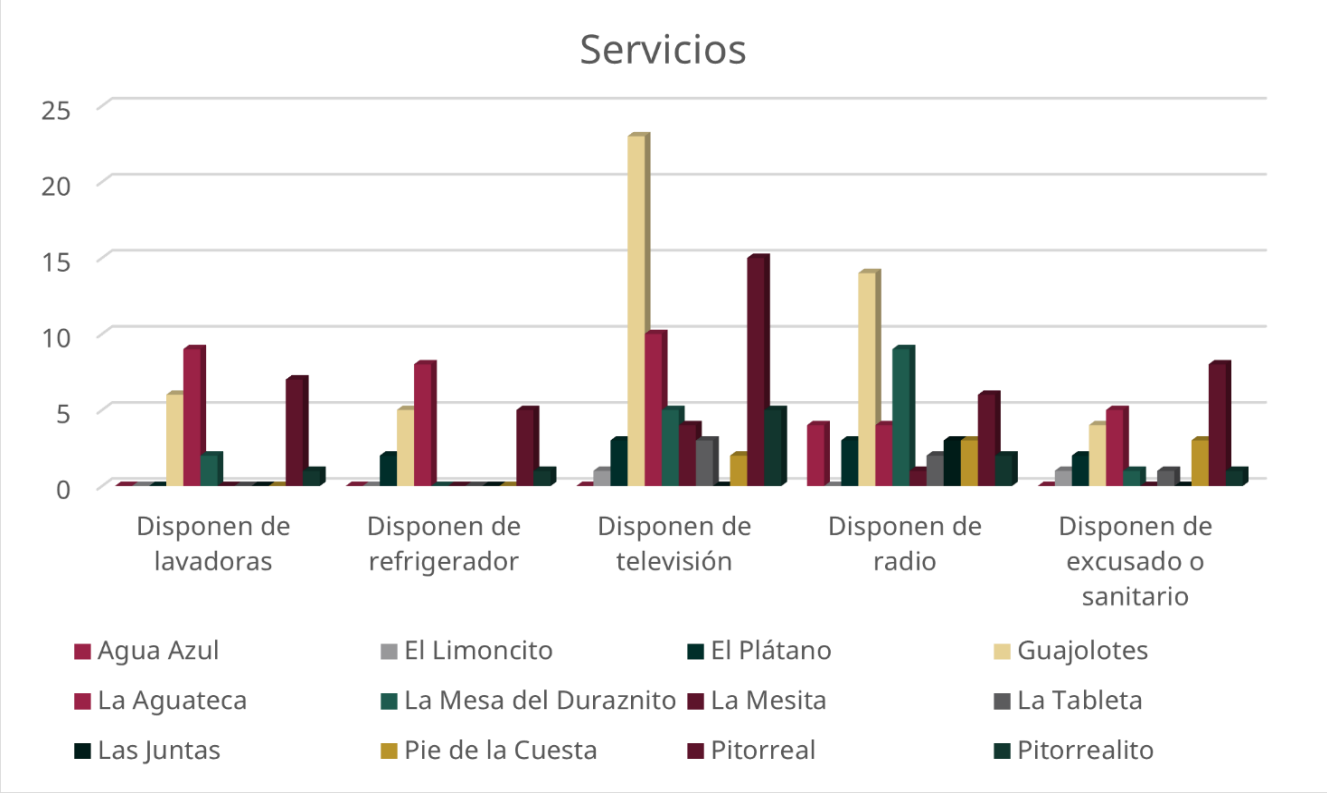
Municipio	Localidad	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares deshabitadas	Viviendas particulares de uso temporal
Tamazula	Agua Azul	4	4	0	0
	El Limoncito	4	3	1	0
	El Plátano	15	3	12	0
	Guajolotes	36	28	6	2
	La Aguateca	19	14	5	0
	La Mesa del Duraznito	16	14	0	2
	La Mesita	9	5	4	0
	La Tableta	13	7	3	3
	Las Juntas	3	3	0	0
	Pie de la Cuesta	5	3	2	0
	Pitorreal	16	21	4	1
	Pitorrealito	15	8	7	0

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

Los servicios que satisfacen las necesidades de las localidades dentro y en los alrededores del SA, son representadas en la Gráfica 17.

Se observa que, solo 9 viviendas en La Aguateca, 7 en Pitorreal, 6 en Guajolotes, 2 en La Mesa del Duraznito y 1 en Pitorrealito disponen de lavadora. Para el caso de refrigeradores, únicamente 8 viviendas en La Aguanteca, 5 en Pitorreal y Guajolotes, 2 en El Plátano y 1 en Pitorrealito cuentan con uno. En las localidades Agua Azul y La Juntas ninguna vivienda dispone de una Televisión, caso contrario en Guajolotes donde 23 viviendas y 15 en Pitorreal cuentan con una.

En el caso de las localidades de Agua Azul y Las Juntas solo 3 y 4 viviendas respectivamente cuentan con radio, y no disponen de ningún otro electrodoméstico. En Pitorreal 8 viviendas cuentan con excusado o sanitario, 5 en La Aguateca, 4 en Guajolotes, 3 en Pie de la Cuesta, 2 en El Plátano y 1 en El Limoncito, La Mesa del Duraznito y en Las Juntas (Gráfica 17).



Gráfica 17. Servicio con los que cuentan las localidades situadas dentro y en los alrededores del SA.
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

➢ Vías de comunicación

Las brechas son caminos rústicos, generalmente de terracería, de poco tráfico que permiten el paso de personas y animales, las veredas son senderos angostos formados por el paso de peatones y animales, dichos caminos son fundamentalmente las vías de acceso para las localidades mencionadas anteriormente; en los alrededores del SA, las localidades de Guajolotes, Pitorreal, Pitorrealito y La Aguateca se conectan por brecha; El Duraznal y El Plátano por vereda.

Las localidades dentro del SA, como El Limoncito, La Mesita, El Pueblito, se conectan por brechas. Las veredas y brechas que comunican Badiraguato y Tamazula con el SA, el área de estudio y las planillas de barrenación, se encuentran en buenas condiciones de tránsito, funcionando fácilmente como una vía de acceso al área de interés.

➢ Factores socioculturales

En esta sección se describe la información sociocultural de las localidades que se encuentran dentro de un buffer de 1 km, con respecto al SA, las cuales, en conjunto forman parte de los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango.

El municipio de Badiraguato es de origen indígena (Náhuatl/cáhita) cuyo nombre significa “arroyo de muchas colinas”. En tiempos prehispánicos, la toponimia se aplicó a un riachuelo, que alude a la corriente de Badiraguato (Río Chico), el cual brota en la Sierra de Los Parra o de Surutato. Los orígenes del municipio datan desde el descubrimiento de las minas de Badiraguato en 1531, en la época de la conquista; sin embargo, fue hasta 1605 que se fundó el municipio de Badiraguato, cuando evangelizaron a los indígenas de la nación Acaxee, que comprendían toda la región que actualmente ocupa el municipio.

Tras la conquista de Sinaloa, los indígenas que habitaban la región, sufrieron de condiciones deplorables, por los trabajos en las minas, lo que provocó un movimiento armado, en favor de la independencia en Badiraguato que inició en 1811; y fue hasta 1825 que el municipio pasó a pertenecer al departamento de Culiacán, provincia de Sinaloa.

El Duraznito, localidad perteneciente al municipio de Badiraguato, se localiza al norte del SA, a una elevación de 1,934 msnm, se ubica a 57 km al noreste de la cabecera municipal. De acuerdo a los datos del censo 2020, no se encuentran datos de población y vivienda.

El nombre del municipio de Tamazula, se deriva de su ubicación, los antiguos pobladores lo llamaban así por un río que pasaba junto a las casas edificadas al norte de la población, en el cual se criaban muchos sapos, de ahí que Tamazula significa “lugar de sapos”. De acuerdo a documentos históricos, la fundación del municipio fue antes de 1616, año en que se llevó a cabo la rebelión tepehuana. Sin embargo, de acuerdo a registros del padre Hernando de Santarén, en 1606, ya bautizaban a los indios en Atotonilco. La pequeña parroquia, cerca de la plaza principal del municipio, es la materialización realizada años más tarde por el evangelizador de Santarén. Para el año de 1738, Tamazula contaba con 38 familias y su iglesia estaba bien equipada.

A principios del siglo XIX se encontraba al frente del curato de San Ignacio de Loyola, el padre Agustín Fernández, quien es el tío de Don Guadalupe Victoria, cuyo verdadero nombre fue José Miguel Ramón Adauto Fernández Felix y que, al consumarse la Revolución Independiente, se convertiría en el primer presidente de la República Mexicana.

La localidad Agua Azul se localiza en la zona este del SA, a una altitud de 1,570 msnm, en donde se encuentran pocas viviendas, y por ende pocas personas habitando. Se ubica a 67 km en línea recta de la cabecera municipal de Tamazula. La localidad se caracteriza por estar ubicada entre un sistema de montañas, que alcanzan elevaciones de más de 2,000 msnm.

El Limoncito es una localidad que cuenta con alrededor de 11 habitantes, se encuentra entre las montañas a una elevación de 975 msnm, en la zona centro del área de interés; se ubica a 217 m al noreste de la localidad La Mesita, la cual se encuentra a la misma elevación que la anterior, cuenta con 17 habitantes. Ambas localidades se sitúan a 67 km al norte de la cabecera municipal.

En la zona suroeste del SA, se encuentra la localidad El Plátano, localizada en una región montañosa, a una elevación de 1,148 msnm, en donde habitan alrededor de 12 personas. La localidad se ubica a 62.90 km de Tamazula de Victoria (Cabecera municipal).

La localidad Guajolotes, se encuentra en la zona sur del área de estudio, en un área montañosa a una elevación de 2,391 msnm, en donde se encuentran 96 locatarios, siendo una de las localidades con mayor número de personas que se encuentran en la región, donde realizan actividades agrícolas y forestales. La población se encuentra a 64 km al norte de la cabecera municipal.

La localidad La Aguateca, cuenta con 61 habitantes, localizados en la zona sureste del SA, ubicada a una elevación de 2,448 msnm, por lo se encuentra en la zona alta de las montañas de la región, a 65 km de Tamazula de Victoria.

Las localidades Pitorreal y Pitorrealito se encuentran en la zona montañosa de la porción sureste del área de interés, a una elevación de 2,490 y 2,520 msnm respectivamente. Ambas se encuentran a 63.60 km al norte de la cabecera municipal.

En la zona sureste del área de estudio, entre las montañas de la región, se encuentra la localidad La Mesa del Duraznito, a una altitud de 1,712 msnm, en donde se encuentran alrededor de 62 habitantes, las vías de comunicación son a través de brechas y veredas. A 2.90 km al sureste se encuentra la localidad La Tableta, donde habitan alrededor de 37 personas, a una elevación de 2,360 msnm. Ambas localidades se encuentran a 69.30 km en línea recta al norte de la cabecera municipal.

Las juntas, se encuentran en la zona centro del SA, entre montañas a una elevación de 1,297 msnm, donde habitan alrededor de 13 habitantes. Por otro lado, en el área sureste se localiza la localidad Pie de la Cuesta, a una elevación de 745 msnm, se encuentran 9 locatarios. Ambas localidades se encuentran a 67 km al norte en línea recta de la cabecera municipal.

Con respecto a la religión y con base en el Censo poblacional 2020 realizado por el INEGI, a continuación, se presentan los datos de la población de las localidades previamente seleccionadas que, tiene como creencia o preferencia espiritual la religión católica, cristiana, evangélica, o que no están adscritas a alguna religión (Tabla 39).

Se observa que, la mayoría de la población de las localidades pertenecen a la religión católica, como es el caso de El Limoncito y La Mesa del Duraznito, donde el 100% de la población pertenece a dicha religión. Sin embargo, en el caso de Guajolotes, La Aguateca, La Tableta y Pitorrealito, la mayoría de los locatarios no se encuentran adscritas a alguna religión.

Tabla 39. Población adscrita a algún tipo de religión.

Municipio	Localidad	Población con religión católica	Población con grupo religioso protestante/cristiano evangélico	Población con otras religiones	Población sin adscripción religiosa
Tamazula	Agua Azul	0	2	0	5
	El Limoncito	11	0	0	0
	El Plátano	1	3	0	8
	Guajolotes	12	18	0	66
	La Aguateca	20	13	0	28
	La Mesa del Duraznito	62	0	0	0
	La Mesita	9	0	0	8
	La Tableta	7	2	0	28
	Las Juntas	4	0	0	9
	Pie de la Cuesta	0	7	0	6
	Pitorreal	4	1	0	4
	Pitorrealito	32	2	0	54

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021a).

➢ Fiestas populares, tradiciones y costumbres

Las localidades que fueron previamente descritas, tienen la característica de compartir ciertas festividades que son típicas de los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango. A continuación, se describen algunas de las festividades cívicas y religiosas que caracterizan a estos municipios.

El municipio de Badiraguato Sinaloa, destaca por su profunda herencia serrana, por lo que se caracteriza por las fiestas populares como la celebración religiosa del 19 de marzo, día de San José; festividades de semana santa, con la quema del Juda en sábado de gloria; Santa Cruz de las Flores, festejado en mayo con motivo del día de la Santa Cruz; el 24 de junio festeja al patrono de la Iglesia de San Juan Bautista. Además, el último domingo de agosto se realiza el carnaval del Llano de los Rochín; con más de 60 años de tradición, la semana de la Cultura y las Artes en septiembre, al igual que los festejos de la fundación de Badiraguato el 24 de noviembre.

Las tradiciones en Badiraguato, también incluyen la música de banda sinaloense, gastronomía basada en carnes y el uso de productos locales como el destilado de guayaba de San José del Llano; destaca la devoción religiosa, simbolizada por la estatua de San Judas Tadeo.

La fiesta patronal más importante del municipio de Tamazula, es en honor a San Ignacio de Loyola, que tiene lugar en julio, durante esta festividad, el templo y sus alrededores se visten de gala con decoraciones coloridas, música, eventos culturales, las tradicionales peregrinaciones, eventos religiosos y bailes de coronación que atraen a toda la comunidad y a visitantes de otras regiones.

En las festividades del 20 de noviembre, se realizan eventos deportivos, desfile con bandas y bailes. Además, una de las fechas más notables para el municipio de Tamazula es la toma de posesión del primer presidente de México, Guadalupe Victoria, el 10 de octubre, con un sencillo homenaje.

De igual manera, a lo largo del año, en diversas localidades de los municipios de Badiraguato y Tamazula, se realizan festividades como la Independencia de México, el 20 de noviembre, Día de todos los Santos, y las festividades en honor a la virgen de Guadalupe.

➢ Localidades indígenas.

Con base en el catálogo de localidades indígenas propuesto por la Secretaría del Bienestar (2023) y el catálogo nacional de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas (INPI, 2026),se indica que, las localidades que fueron descritas previamente, y que, se encuentran dentro de un buffer de 1 km, con respecto al SA, no se encuentran catalogadas como localidades indígenas. Sin embargo, la localidad La Trampa, localizada a 12 km al noreste de las planillas de barrenación más cercanas y a 16.90 km de los puntos de interés más lejanos, es catalogada como una localidad indígena con tipología B, es decir, que la localidad no pertenece a un municipio indígena, pero la población indígena representa entre el 40 y 69.9% del total de la población, de acuerdo al Censo de población y vivienda 2020.

IV.II.9 Diagnóstico Ambiental

El objetivo de este apartado es presentar, las condiciones en las cuales se encuentra el SA, en el área de interés. Cabe señalar, que para su desarrollo se utilizó la información obtenida en campo, así como recopilación bibliográfica, con la finalidad de describir las características distintivas de esta región.

A partir de los datos vectoriales de la carta climática publicada por CONABIO (1998), elaborada con base en el análisis de la clasificación climática de Köppen, modificada por García, se identificó que el área de estudio se encuentra dentro de cuatro unidades climáticas dos corresponden al clima semicálido subhúmedo del grupo C con claves (A)C(w_0) y (A)C(w_1) y las dos unidades restantes son templado subhúmedo (C(w_2)x') y cálido subhúmedo (Aw_0).

El clima semicálido subhúmedo con clave (A)C(w_0), se caracteriza por presentar una temperatura media anual <18 °C, y en el mes más cálido es mayor a 22 °C. Referente al clima semicálido subhúmedo con clave (A)C(w_1), presenta temperatura media anual mayor a 18 °C, con temperatura media del mes más frío menor a 18 °C, en contraste el mes más caluroso alcanza temperaturas superiores a los 22 °C. La diferencia principal de estas unidades radica en el régimen de humedad, el primero es el menos húmedo y el segundo presenta un régimen de humedad media.

Además, se identificaron las unidades de clima templado subhúmedo con clave (C(w_2) x'), unidad corresponde al grupo de los templados, donde la temperatura media anual oscila entre los 12 y 18 °C y la temperatura del mes más cálido alcanza temperaturas superiores a los 22 °C. En lo que respecta a la unidad de clima cálido subhúmedo con clave (Aw_0), corresponde al grupo de los cálidos, caracterizados por presentar una temperatura media del mes más frío mayor de 18 °C, así como una temperatura media anual mayor de 18 °C.

Respecto a los niveles de precipitación en el SA, de acuerdo con los datos encontrados de las estaciones climatológicas, se infiere que los meses donde existe mayor ocurrencia de precipitaciones, son en un lapso que abarca los meses de julio a septiembre con niveles que oscilan entre los 146.8 mm y los 296.8 mm mientras que, los meses con menor ocurrencia de precipitaciones son abril y mayo con niveles que fluctúan entre los 6.9 mm y los 7.4 mm.

Respecto al uso de suelo y vegetación, descrito por INEGI, 2021 en el SA incide con el uso de suelo de agricultura de temporal (abarcando el 3.90% de la superficie total), bosque de pino (56.29%), bosque de encino (19.77%), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (8.31%), bosque de pino-encino (6.68%), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino (2.54%), y selva baja caducifolia (2.51%), de la extensión total del área, cabe señalar que debido a la actividad ganadera existe cierto grado de perturbación.

Durante los recorridos de campo se pudo observar que las especies de *Acacia pennatula, Bouvardia ternifolia, Castilleja arvensis, Heterotheca subaxillaris, Lantana canescens, Senna pallida,* están presentes en todos los transectos muestreados; seguidas de *Crotalaria pumila, Lippia umbellata, Muhlembergia robusta* y *Pinus Teocote.*

Es importante mencionar que ninguna de las especies identificadas y descritas anteriormente se encuentran registradas en alguna categoría de riesgo según la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En este marco, con base en la información recopilada en campo y en literatura consultada, se concluye que la composición florística del SA consta de 67 plantas vasculares, clasificadas en 24 familias y 49 géneros, identificando mayor presencia de las siguientes especies: Las familias que cuentan con más especies son: Asteraceae (15 especies), Fabaceae (13 especies), Fagaceae y Lamiaceae (6 especies, respectivamente), Ericaceae y Pinaceae (3 especies, respectivamente), Convolvulaceae, Rubiaceae y Verbenaceae (2 especies, respectivamente), el resto de las familias se componen por una especie; ninguna de las especies enlistadas anteriormente se encuentra catalogada en las categorías de riesgo de la NOM-059-

SEMARNAT-2010. Respecto al análisis de diversidad ambiental, se concluyó que el SA presenta diversidad media-alta, principalmente por tres factores: 1) Tipo de vegetación, 2) Extensión del SA clasificado como microcuenca y 3) Existencia de variabilidad entre unidades de muestreo.

Se observa que, el índice de equidad en promedio es alto (0.73), lo que indica una distribución relativamente homogénea de los individuos de las especies registradas. Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon-Wiener en promedio, considera que, la diversidad es baja a moderada, lo que refleja baja riqueza de especies. Asimismo, el índice de diversidad de Simpson sugiere que, la diversidad es baja a moderada según el promedio de los valores, el cual es igual a 4.0; es decir que, el área se encuentra dominada por una o pocas especies, lo cual mantiene una estructura comunitaria poco equilibrada. Por otro lado, se determinó que, las especies con mayor índice de valor de importancia son: *Acacia pennatula, Bouvardia ternifolia, Castilleja arvensis, Heterotheca subaxillaris, Lantana canescens, Senna pallida*.

En lo que respecta a la fauna de probable incidencia en el SA, existen 15 especies de las cuales existen 6 especies de aves, 8 especies de mamíferos y 1 especie de reptil; en este contexto, la especie de probable incidencia que se encuentra catalogada en categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 es: *Cyrtonyx montezumae* (codorniz de Moctezuma) se encuentra bajo la categoría de Pr (Sujeto a Protección Especial). Cabe señalar que, en caso de observar dicha especie, se realizará ahuyentamiento, sin embargo, durante los recorridos de campo, no se observaron refugios o nidos en las planillas, por lo tanto, la probabilidad de realizar un avistamiento de estas especies es muy baja.

Además, se caracterizó la fauna incidente en el SA, contemplando muestreos en 6 transectos con una longitud de 13,540 m, 7 estaciones olfativas y 7 cámaras trampa. De acuerdo a los análisis realizados en campo, se identificó que el *Puma concolor* (puma) y la aguililla cola roja son especies incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Sin embargo, estos individuos no se verán afectados por los trabajos que se realizarán en la zona ya que serán ahuyentados por el ruido de las actividades a realizar.

En alusión a las características edafológicas del SA, se identificaron las unidades correspondientes a cambisol, phaeozem, regosol y leptosol; siendo esta última unidad la que incide con los barrenos propuestos. La primera unidad correspondiente al cambisol se caracteriza por presentar suelos jóvenes, entre los horizontes se puede apreciar el cambio de color y el contenido de arcilla. El patrón climático en donde se desarrollan no está definido, sin embargo, en el subsuelo presentan una capa más parecida a la superficial que a la roca, además, contienen acumulaciones moderadas de calcio, hierro, manganeso y arcilla. Tienen de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son adecuados para fines agrícolas y se utilizan intensivamente.

Referente a la unidad de suelo phaeozem incluye los suelos de praderas en condiciones relativamente húmedas y los de regiones boscosas en climas moderadamente continentales. Se encuentran lixiviados de manera intensa, se caracterizan por presentar un horizonte superficial oscuro, rico en humus y en bases. Están libres de carbonatos secundarios o los tienen solo en mayores profundidades. En México, se encuentran en climas semisecos y subhúmedos, con colores superficiales que varían de pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, y sin carbonatos en el subsuelo. Constituyen los suelos más importantes para la agricultura.

Respecto a la unidad de suelo regosol, son suelos pedregosos, de color claro en general, y se parecen a la roca del material parental. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados con frecuencia a leptosoles. En este contexto, la última unidad que corresponde a los leptosoles se caracteriza por presentar suelo muy delgado sobre roca continua y por suelos extremadamente ricos en fragmentos gruesos. El material parental lo constituyen varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina. Se encuentran en terrenos de todas las zonas climáticas (muchas de ellas en zonas secas cálidas y frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas. Los tipos de vegetación más asociados a los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino.

De acuerdo a lo anterior, los componentes edáficos no tendrán impactos significativos debido a que el acceso a las zonas de interés será por veredas existentes, en caso de que se requiera nivelación, en pendientes superiores a 15° será necesario para instalar maquinaria, sin embargo, las medidas de prevención y mitigación para este supuesto, se consideran en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Los componentes litológicos en el SA, se conforman por afloramientos de rocas ígneas intrusivas batolíticas, que flanquean el borde occidental de México, y denominadas como Complejo Batolítico Granítico de Sinaloa. Estas rocas batolíticas intrusionan a las secuencias sedimentarias de cuenca marina del Paleozoico (Formación San José de Gracia) y a secuencias vulcanosedimentarias de origen marino, correlacionables con el Terreno Guerrero. En ambos casos fases subvolcánicas, ricas en fluidos hidrotermales afectan a estas rocas que generan importantes yacimientos minerales en el estado de Sinaloa. Este complejo es considerado como roca huésped de mineralización de tipo epitermal a mesotermal, con zonas susceptibles de mineralización a profundidad de tipo pórfido auro-cuprífero o de molibdeno.

De acuerdo al análisis de cuencas correspondiente a la red hidrográfica, en el área de estudio se identificaron las principales corrientes superficiales dentro del SA, destacando la corriente perenne arroyo La Soledad, la cual tiene una dirección este a oeste y cruza toda el área del SA.

El tipo de drenaje que se presenta en el área de interés corresponde al tipo dendrítico, el cual está definido por el sistema montañoso caracterizado por pendientes inclinadas y zonas escarpadas, las cuales sirven de vertientes en temporada de lluvia para formar corrientes de primer y segundo orden, identificando a los arroyos La Tableta y Escobedo como las corrientes de

segundo orden que confluyen en la porción oriente del SA en el arroyo La Soledad. Se debe considerar que, por la naturaleza del proyecto, no será necesario solicitar permisos para el uso de aguas subterráneas, ya que las planillas de barrenación se ubicarán fuera de los arroyos o corrientes para evitar el depósito de sedimentos.

En el SA la RHP 20. *Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya*, se localiza al este del estado de Sinaloa y al oeste del estado de Durango. Los recursos hídricos principales lénticos son: las presas Adolfo López Mateos y Sinaloa, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación y brazos de río abandonado, en cuanto a los recursos hídricos lóticos son: los ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato, además de arroyos. En materia de biodiversidad, presenta vegetación riparia, bosque tropical caducifolio, de abetos, de encino, de pino-encino y manchones de mesófilo. En cuanto a las especies amenazadas, se tienen de peces *Campostoma ornatum, Oncorhynchus chrysogaster* y la nutria *Lutra longicaudis annectens*, por desecación de ríos, cacería y degradación del hábitat; de aves *Aquila chrysaetos, Euptilotis neoxenus*, *Falco peregrinus, Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

En este contexto, en el SA también se identificó la incidencia de la RTP. 24 Río Humaya localizada al este del estado de Sinaloa y oeste del estado de Durango en los municipios de Badiraguato, Culiacán y Tamazula, respectivamente. Se caracteriza por ser una zona de transición entre selva mediana y bosque templado, con bosques de pino; entre las especies destacan *Pinus durangensis* y *Pinus cooperi*. La vegetación se configura a lo largo del cauce del Río Humaya. Los tipos de vegetación que contiene esta región son básicamente selva baja caducifolia, bosque de encino y de pino-encino.

Además, se identificó la incidencia de la AICA 237. Pericos, localizada en la zona limítrofe de los estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua; ésta posee una superficie de 2,578.13 km^2 y cuenta con un listado de 244 especies de aves, de las cuales algunas especies se encuentran sujetas a protección especial, tal es el caso de *Passerina ciris* (colorín sietecolores), y de *Forpus cyanopygius* (periquito catarino), quien a su vez está considerado como una especie endémica, es decir, que solo se distribuye en México.

En adición a lo anterior, también se localizó el AICA 255. Corredor de Barrancas de la Sierra Madre Occidental, región considerada como el mayor sistema de barrancas del mundo. Abarca desde la porción Noreste del estado de Sinaloa, hasta el Suroeste del estado de Chihuahua, con una extensión de 24,642.54 km^2. Es una región de gran importancia por su riqueza biológica, y su variedad de ecosistemas. Desde el punto de vista hidrológico, el AICA es de gran importancia, pues es la zona de recarga de acuíferos de la cuenca del Río Fuerte, la cual le da vida al Valle del Fuerte, que a su vez es el mayor productor agrícola del país. Cuenta con un listado de 334 especies de aves incluidas en alguna categoría contemplada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Concerniente a los instrumentos de política ambiental planes de desarrollo en el orden federal, estatal y municipal de los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango que funge como sede del proyecto La Soledad, incide en la Región Ecológica 9.19 y en la Unidad Ambiental Biofísica 92. Cañones Chihuahuenses Sur, del POEGT que estipula estrategias ecológicas

enfocadas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios del territorio. En este contexto, las actividades rectoras del desarrollo son la minería y actividades forestales, las políticas ambientales están encaminadas al aprovechamiento de recursos de manera sustentable, protección y restauración de los recursos naturales, además, se contemplan acciones para dar cumplimiento a cada una de las estrategias previstas por la UAB.

En este marco, de acuerdo con El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Durango (POEED, 2016), en el SA se identificó la presencia de la UGA 72. Superficie de Gran Meseta 7, que tiene como política ambiental la conservación. Entre los usos a promover se incluyen la conservación de la biodiversidad, aprovechamiento forestal maderable y minería. En este contexto, cabe señalar que las actividades programadas para la realización del proyecto cuentan con mecanismos de protección del ambiente de acuerdo con la normatividad aplicable; asimismo, en esta manifestación se describen las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

Aludiendo al ámbito estatal, el proyecto en comento se vincula con el Plan de Desarrollo del estado de Durango (PEDED 2023-2028), instrumento que establece las políticas públicas del gobierno del Estado, donde de acuerdo a la naturaleza del proyecto, se alinea al Eje 2) Durango competitivo, próspero y de oportunidades, dentro del objetivo 2.10. Promover la minería como detonante económico de las regiones, mediante la estrategia 2.10.1. Promover el potencial geológico y minero del Estado, destacando la línea de acción 2.10.1.1 Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector. En este tenor, el presente proyecto de exploración tiene como objetivo el desarrollo del conocimiento geológico del área de interés, lo que permitirá atraer inversiones interesadas en el aprovechamiento de los recursos minerales, propiciando la generación de empleos y una derrama económica mayor, acciones que incentivan la competitividad del sector en el Estado, así como para el beneficio de las comunidades, promoviendo la minería y prácticas ambientales responsables.

En el orden municipal, el nexo entre el proyecto y el El Plan Municipal de Desarrollo de Tamazula, Durango (PMD 2022-2025), radica principalmente en el Eje 3) Desarrollo económico, siendo uno de sus objetivos: 1) Desarrollo local dinámico e innovador, que busca promover la inversión y el empleo en el municipio, mediante el fortalecimiento del mercado interno, con mayor énfasis en la producción local. Con base en lo anterior, el desarrollo del proyecto de exploración minera, pretende contribuir al cumplimiento del objetivo, impulsando el desarrollo económico del municipio, así como propiciar la diversificación de áreas productivas, vigilando el cuidado del medio ambiente.

Además, el proyecto en comento también se vincula al El Plan de Desarrollo del Estado de Sinaloa (PEDES 2022-2027), donde se alinea al Eje 2) Desarrollo económico, objetivo 1.1 Detonar un desarrollo económico con sentido social, equilibrado entre regiones promoviendo el desarrollo industrial, la diversificación de los sectores estratégicos y el fortalecimiento de cadenas

productivas, destacando la estrategia 1.1.3 Desarrollar la minería en el Estado proceso que inicia con el conocimiento del recurso mineral a través de la exploración.

En lo concerniente al orden municipal, el nexo entre el proyecto y el Plan Municipal de Desarrollo de Badiraguato (PMD 2024-2027), se suscita a través del Eje 2. Desarrollo económico, cuyo objetivo es impulsar un modelo incluyente y sostenible, con enfoque territorial, que fortalezca las capacidades productivas del municipio, fomentando la inversión, la generación de empleos dignos, la ejecución de obras de infraestructura estratégica, el emprendimiento local y la diversificación de las actividades económicas. En este sentido, el conocimiento geológico y minero de la región que se obtenga del desarrollo del proyecto podría atraer inversión nacional o extranjera, promoviendo la creación de nuevas fuentes de empleo e impulsando la economía local.

Referente a lo mencionado previamente, se debe destacar que el proyecto acata cabalmente las normas, así como políticas ambientales establecidas en la legislación ambiental vigente, propicia el crecimiento económico y social de la entidad, por lo cual el desarrollo del mismo no contraviene lo estipulado en las normas que competen a la región. Cabe señalar que las actividades, se realizarán con estricto apego a la normatividad Federal, Estatal y Municipal vigente, con la consigna de cuidar en todo momento, que en el periodo de estadía se emplearán buenas prácticas operacionales, con la finalidad de evitar cualquier desequilibrio ecológico en el SA.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

Para lograr una adecuada y correcta identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales propios del presente proyecto de exploración geológica mediante barrenación, se procedió a seguir los pasos establecidos en el diagrama de la Figura 39.

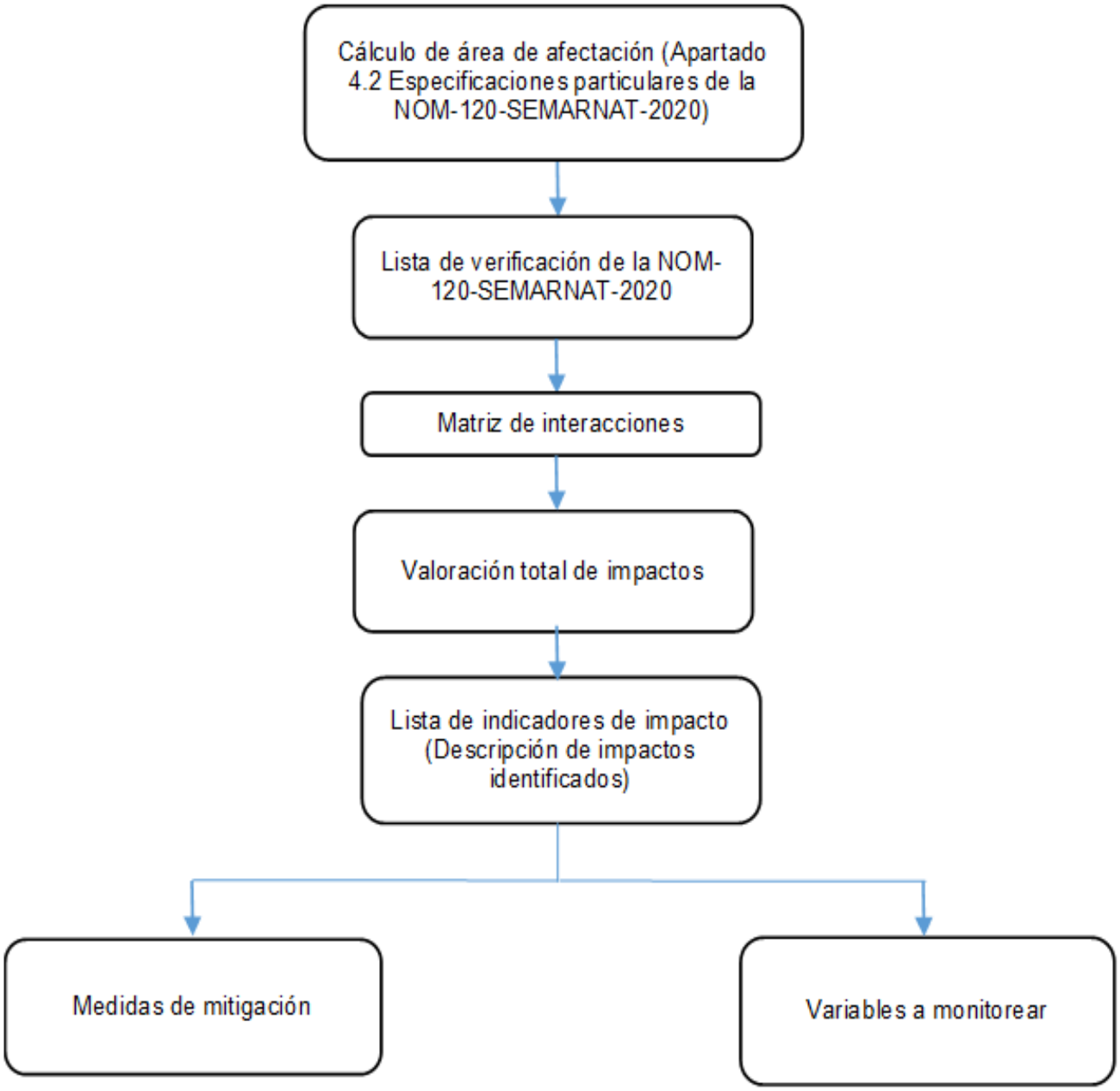


Figura 39. Diagrama de identificación, descripción y evaluación de impactos.

Con base en lo anterior, para establecer los límites máximos de afectación, se utilizó el apartado 4.2 Especificaciones particulares de la NOM-120-SEMARNAT-2020, que contempla las obras mineras proyectadas, las vías de acceso y la superficie máxima de afectación para el proyecto. Así mismo, se realizó el listado de las obras y acciones que contempla el proyecto y se verificó dar cumplimiento a las especificaciones de la misma NOM-120-SEMARNAT-2020.

V.I Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

V.I.1 Indicadores de impacto

- Cálculo de área de afectación (NOM-120-SEMARNAT-2020)
- Listas de verificación (NOM-120-SEMARNAT-2020)
- Matriz de valoración de impactos (Método RIAM)
- Matriz de interacciones (Método RIAM)

V.I.1.1 Cálculo de área de afectación NOM-120-SEMARNAT-2020

Como se ha mencionado previamente, para llevar a cabo la exploración dentro del área de estudio se programaron un total de 60 barrenos, cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 1. Con base en las características del equipo a utilizar en la perforación, se consideró la realización de una planilla de barrenación por cada barreno.

En cumplimiento con lo establecido en la NOM-120-SEMARNAT-2020, que regula las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, se delimitó un polígono de proyecto con una superficie equivalente a 15 hectáreas, dentro del cual se realizarán actividades de barrenación a diamante. Se tiene prevista la ejecución de sesenta (60) planillas de barrenación, cada una con dimensiones de 5 × 5 metros, que en conjunto representan un área de intervención de 1,500 m², equivalente al 1% de la superficie total del proyecto. Esta cifra se encuentra por debajo del umbral máximo permitido por la norma (7.68 %), lo que garantiza que el diseño espacial del proyecto cumple con los límites de afectación establecidos por la legislación ambiental vigente. Esta planificación permite no sólo un control estricto sobre el impacto físico directo, sino también un margen de maniobra adecuado en caso de requerir ajustes operativos dentro del mismo polígono autorizado.

$$\%\ de\ afectación = \left(\frac{Superficie\ planillas\ de\ barrenación}{Superficie\ del\ proyecto}\right) * 100$$

$$\%\ de\ afectación = \left(\frac{1{,}500\ m^2}{150{,}000 m^2}\right) * 100 = 1\ \%$$

➢ Obras Auxiliares de Exploración Minera

- Vías de acceso

Las vías de acceso se refieren a medios o rutas que permiten llegar a un lugar específico o a un recurso de interés, para la realización de las labores de exploración no se contempla la afectación a estas, dado que solo se consideran veredas preexistentes, las cuales se encuentran en perfecto estado de tránsito, ya que son utilizadas por los pobladores cercanos para acceder a sus áreas de pastoreo. Como se mencionó con anterioridad no se estarán utilizara caminos de terracería dentro del SA ya que no se tiene red de caminos en el área.

- Patios de maniobras

No aplica, no se ocupará patio de maniobras para las labores de exploración debido a que se contemplan planillas de 5 x 5 m para realizar las actividades de barrenación.

- Campamento

No aplica, el proyecto en comento no requiere de instalar campamentos y/o infraestructura para las labores de exploración dentro del área de estudio, por lo tanto, no se contempla una superficie de afectación. El personal se hospedará en la localidad de Pitorreal, en el municipio de Tamazula, Durango.

- Patio de deposito

No aplica, debido a que el método de barrenación para la exploración minera no utiliza patio de depósito en sus actividades.

➢ Superficie Máxima de Afectación por Hectárea

Respecto a la superficie máxima de afectación, ésta comprende 1,500 m^2 que representa el 1 % del área total del área de estudio, porcentaje que cumple con lo estipulado por la NOM-120-SEMARNAT-2020, debido a que se encuentra por debajo del límite máximo permisible de superficie de afectación por hectárea que corresponde al 25 % descrita en el apartado 4.3 de la Norma en comento (Tabla 40).

Tabla 40. Superficies de afectación por obra exploratoria en vías de acceso a utilizar.

Obra	Superficie de afectación (m^2)	Porcentaje de afectación (%)	Superficie afectada por Hectárea (m^2/ha)	Límite máximo de afectación de acuerdo a la NOM-120 SEMARNAT-2020 (m^2/ha)
Planillas de barrenación	1,500	1.0	100	720
Vías de acceso				1,050
Patios de maniobras	----	----	----	300
Campamentos	----	----	----	500
Patios de depósito	----	----	----	----
Total	**1,500**	**1.0**	**100**	**2,570**

V.I.1.2 Listas de verificación

A continuación, se muestra la lista de verificación de acuerdo a las actividades programadas en el presente proyecto y en cumplimiento a las especificaciones de la NOM-120-SEMARNAT-2020 (Tabla 41).

Tabla 41. Lista de verificación de la NOM-120-SEMARNAT-2020.

Especificaciones	Cumplimiento
4.1 Especificaciones generales	
4.1.1 Los tipos climáticos serán determinados con base en las cartas temáticas de clima del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, escala 1:1'000,000 (Sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García, E. 2004).	La información vectorial se recabó de Datos Vectoriales de las unidades climáticas escala 1:1'000,000 de la CONABIO (1998), elaborada a partir del Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García (2004). Para la descripción de las unidades climáticas identificadas se procedió a la utilización del Diccionario de Datos Climáticos del (INEGI, 2021b), debido a que no existe guía para la interpretación de datos climáticos por parte de la CONABIO.
4.1.2 Los tipos de vegetación serán determinados de acuerdo con la clasificación de la vegetación de México de Rzedowski (2006) que estará a disposición de los interesados en el Centro de Información para la Gestión Ambiental de la SEMARNAT. También se podrá utilizar la clasificación de vegetación y uso de suelo del INEGI (Uso de Suelo y Vegetación Serie VI y sus actualizaciones, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).	La clasificación de la vegetación se basó en el documento Vegetación de México de Rzedowski (2006) y de la Guía de Interpretación de Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación de (INEGI, 2021a), complementándose con información de los recorridos en campo. La información vectorial corresponde a la Serie VII del Uso del Suelo y Vegetación del (INEGI, 2021a).
4.1.3 La persona responsable del proyecto deberá llevar a cabo un programa de supervisión en el cual se designe a quien fungirá como responsable técnico en el sitio del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas.	Dentro de las labores de mitigación se incluyen medidas preventivas y de supervisión permanente durante el periodo de trabajo, con el propósito de evitar daños al ecosistema. La supervisión la realizará el responsable técnico de la exploración mediante el método de barrenación.
4.1.4 En caso de que se detecte la presencia de minerales radiactivos, se debe dar aviso por escrito a la Secretaría de Energía, conforme a lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear	Si bien en la zona no se contempla la presencia de minerales radioactivos, en caso de detectar algún mineral de este tipo se avisará a la autoridad correspondiente.
4.1.5 En caso de que existan letrinas o fosas sépticas en el sitio a explorar, debe existir una distancia de por lo menos 30 m entre éstas y los pozos, zanjas, socavones y barrenos de exploración, con el propósito de evitar la migración de contaminantes hacia los cuerpos de agua subterráneos	Las instalaciones sanitarias que utilizará el personal serán letrinas, mismos que estarán a cargo de la empresa subcontratada para llevar a cabo la barrenación, quien será responsable de la instalación y manejo con apego a la normatividad ambiental vigente.
4.1.6 Los pozos, zanjas, socavones y barrenos de exploración se deben realizar fuera de sitios susceptibles de inundación, con el propósito de evitar la migración de contaminantes hacia los cuerpos de agua subterráneos.	No se contempla la creación de pozos, zanjas o socavones. Los barrenos de exploración se harán fuera de planicies de inundación

Especificaciones	Cumplimiento
4.1.7 Cuando el proyecto se ubique dentro del área de tránsito de los pobladores locales, se colocará una adecuada señalización preventiva, restrictiva, informativa y/o prohibitiva en la que se haga referencia a los trabajos que se realicen en la zona, con el objeto de evitar accidentes en el sitio del proyecto.	En el caso de que alguna de las planillas se encuentre cerca del tránsito de pobladores, se contará con la señalización informativa pertinente.
4.1.8 No se realizarán actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las actividades de desmonte o deshierbe del sitio del proyecto.	Para las actividades de acondicionamiento de planillas de barrenación, no se aplicarán productos químicos, ni se realizará la quema de maleza.
4.1.9 El material removido por las actividades deberá ser depositado en sitios seleccionados para tal fin por la persona responsable del proyecto, en donde se garantice que éste no será arrastrado por el drenaje pluvial o por el crecimiento de cuerpos de agua, que no obstruirá cauces naturales o similares y que no afectará innecesariamente a la vegetación. De ser posible deberá utilizarse un solo sitio de depósito.	El responsable técnico de la barrenación designará un área dentro de la planilla para depositar el material removido, garantizando lo estipulado en el presente numeral. Una vez que sean obtenidos los núcleos, de barrenación, estos serán empaquetados y entregados al jefe de proyecto del Servicio Geológico Mexicano. Es importante mencionar que esto no aplica en aquellas planillas que se encuentran en terreno plano y, por consiguiente, no requieren la remoción de material vegetal y suelo.
4.1.10 Se trozarán y esparcirán en sitios previamente seleccionados, los residuos vegetales producto de la limpieza de los terrenos, a fin de facilitar su integración al suelo, en caso de no ser utilizados como esquejes o material para la reforestación. La selección de los sitios a que se refiere este numeral, deberá considerar preferentemente zonas que hayan sido perturbadas por las actividades realizadas.	En caso de existir residuos vegetales serán depositados en áreas para luego ser esparcidos en las planillas para que se reintegren al suelo. Sin embargo, se reitera que las planillas se encuentran desprovistas de vegetación como se observa en la descripción de las planillas antes descritas.
4.1.11 Las especies de flora y fauna clasificadas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se localicen dentro del área del proyecto a explorar, deben ser protegidas, según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento, apegándose a la normatividad de referencia.	Las labores de exploración seguirán a lo establecido en la Ley General de la Vida Silvestre (publicada en el DOF el 20 de mayo de 2021) en sus artículos 1, 2, 3 y 4; lo no dispuesto en la presente se sujetará en las disposiciones de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (publicada en el DOF el 01 abril de 2024),
4.1.12 La capa superficial del suelo vegetal será recuperada junto con el material removido sin mezclarse, con el fin de utilizarla para las actividades de restauración de la zona. Para lo anterior, se deberá designar un área de almacenamiento temporal dentro de las de depósito, con el fin de evitar pérdidas por erosión.	Solo aplicará en aquellas planillas en las que se prevé una nivelación, en caso de requerir la remoción de suelo fértil producto del despalme, este será almacenado temporalmente a un costado de la planilla, para luego ser regresado a su lugar para su restauración.
4.1.13 Se realizará la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria que sean utilizados. En caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto, deberán adoptarse las	El programa de mantenimiento de las diferentes unidades vehiculares que utilicen combustibles fósiles se realizará en un taller de la localidad de El Tecuan, municipio de Tamazula, Durango, aunque estos vehículos no circulen dentro del SA, además, cada

Especificaciones	Cumplimiento
medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares.	vehículo contará con el programa de verificación aplicable. En el caso de la maquinaria se realizará el cambio de aceite *in situ* en completo apego a lo especificado en este numeral de la Norma.
4.1.14 Cuando se realice almacenamiento de combustibles, éste se debe llevar a cabo dentro del área del proyecto, en recipientes cerrados que estén en perfectas condiciones, para garantizar que no tenga fugas.	No se almacenarán combustibles dentro del área del proyecto, ya que para el funcionamiento del equipo de barrenación este será reabastecido diariamente, esto debido a la cercanía de la localidad de Pitorreal, en caso que llegue a sobrar combustible este estará en recipiente cerrados en un lugar de almacenamiento específico, considerando el transporte y manejo adecuado.
4.1.15 Se debe ejercer un control sobre los residuos sólidos urbanos generados, para su disposición final en los lugares establecidos por el municipio.	La basura de tipo doméstico será colocada en contendores apropiados. La basura será retirada y enviada al sitio de disposición final con el que cuenta la localidad de El Tecuan, municipio de Tamazula, asignado para tal efecto.
4.1.16 Los materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles, usados o no y sus envases, no deben dispersarse o derramarse en el área de trabajo o fuera de ella. Será necesaria la recolección rutinaria de los materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles usados a que se refiere el párrafo anterior. La disposición de esos residuos se hará en recipientes cerrados y resguardados en lugares aislados y seguros, dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras que se llevarán a cabo y su manejo deberá sujetarse a las disposiciones aplicables. Los materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles a que se refiere la presente especificación que aún no hayan sido usados, se almacenarán en un lugar aislado y seguro dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras.	En lo que respecta a los vehículos no se contempla realizar labores de mantenimiento en las áreas de trabajo, ni dentro del área de estudio; éstas se llevarán a cabo en un taller de la localidad de El Tecuan, municipio de Tamazula. En lo que respecta al equipo de barrenación, a este se le realizarán servicios de mantenimiento preventivo *in situ* los cuales consistirán en el cambio de aceite, es importante mencionar que esto se realizará teniendo la instrucción de no dispersar o derramar aceites en el área de trabajo o fuera de ella; por lo que será necesaria su recolección rutinaria. La disposición de los residuos se hará en recipientes cerrados y resguardados en lugares aislados y seguros, dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras que se llevarán a cabo, para su posterior envío al sitio de disposición final.
4.1.17 Para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas en el sitio, únicamente se deben usar sanitarios portátiles o letrinas construidas y operadas higiénicamente. En caso de utilizar letrinas que requieran agua, se deberá construir una fosa séptica de capacidad adecuada. En todos los casos el diseño debe garantizar que se evite la contaminación del subsuelo por infiltración. Al término de las actividades de exploración, las letrinas deben ser cubiertas e inactivadas y los sanitarios retirados.	Las instalaciones sanitarias que utilizará el personal serán mediante letrinas, mismos que estarán a cargo de la empresa subcontratada para llevar a cabo la barrenación, quien será responsable de la instalación y manejo con apego a la normatividad ambiental vigente. Al término de las actividades de exploración, las letrinas serán cubiertas e inactivadas.
4.1.18 Cuando se termine el proyecto de exploración minera directa y se prepare para el abandono el área en que se desarrollaron los trabajos, el responsable del proyecto deberá llevar a cabo el programa de	En el capítulo VI. Medidas preventivas y mitigación de los impactos ambientales se describen las medidas preventivas y mitigación.

Especificaciones	Cumplimiento
restauración que contemple acciones tales como la estabilización de taludes, el relleno de pozos de exploración, el relleno de zanjas, la escarificación de suelos, la inhabilitación y cierre de los caminos nuevos, el sellado de los barrenos, la revegetación y restauración forestal. El programa deberá contener el calendario de actividades, incluyendo las correspondientes al mantenimiento.	
4.2 Especificaciones particulares	
4.2.1 Barrenos	
4.2.1.1 Al término de cada barreno deberá realizarse la cementación de una marca en la boca del mismo, quedando señalada su posición en el terreno.	Al finalizar las labores de perforación cada boca de barreno quedará tapada con tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento, evitando así la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local, además, esta pequeña estructura permitirá identificar la posición de cada uno de los barrenos en el terreno.
4.2.1.2 En la exploración por carbón deberá cementarse este horizonte al menos dos metros arriba y debajo de la cima y base, respectivamente.	No aplica, debido a que no se explorará en busca de carbón mineral.
4.2.1.3 Para evitar filtraciones de los fluidos de barrenación al suelo, los cárcamos deberán ser de material impermeable con arcillas naturales o, en su defecto, material plástico. El material plástico que se utilice deberá ser retirado al término de la actividad.	Se utilizarán cárcamos, recipientes para mantener los fluidos de manera temporal. Con lo que respecta a los lodos de perforación, no se prevé utilizar aceites y grasas que afecten al medio ambiente, sino tres sustancias de composición biodegradables, que posterior a la decantación estos lodos (concentración de material del estrato rocoso y agua con aditivos biodegradables), se esparcirán aledañamente a las planillas de barrenación para su integración al suelo.
4.2.1.4 Sólo se deben utilizar fluidos de barrenación con arcillas naturales, grasas lubricantes y aditivos que no tengan características de toxicidad.	Para la exploración por barrenación no se prevé utilizar aceites y grasas que afecten al medio, sólo se utilizaran como medida de apoyo, tres sustancias, una grasa lubricante para eliminar la vibración en la barra (*Linseed Soap*), una mezcla de polímeros a base de celulosa que se utiliza para estabilizar las paredes de la perforación (*Ezee-Trol*), y un polímero granular que incrementa la recuperación de muestras (*CR-650*). Los cuales no son tóxicos para el ambiente.
4.2.1.5 El agua utilizada en la barrenación será decantada y reciclada.	El agua utilizada en las actividades de barrenación será obtenida de las localidades de La Ventana y El Cordón. Al término de los trabajos de barrenación se dejará reposar el agua para posteriormente decantar las partículas sólidas suspendidas, el agua sobrante se reintegra al proceso de barrenación.
4.2.1.6 Los residuos de material, roca y sobrantes de muestras producidas por la barrenación, podrán disponerse dentro de alguna de las áreas de depósito de material removido o, en su caso, en depósitos de residuos mineros como presas de jales o tepetateras y,	En el caso de la barrenación a diamante, se extraen, muestras tubulares de roca de un diámetro máximo de 10 cm, que serán enviadas a los laboratorios para su análisis.

Especificaciones	Cumplimiento
en el caso de barrenación de circulación inversa, podrán colocarse dentro de los barrenos realizados.	
4.2.2 Caminos de acceso	Se utilizarán veredas existentes, las cuales no requieren rehabilitación, por lo que no se agregan a la superficie de afectación. Dentro del SA no hay caminos por lo que no se contempla alguna actividad.
4.2.2.1 En el trazo de caminos de acceso deberá evitarse la afectación a los individuos de las especies de flora clasificadas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se contempla la utilización de veredas preestablecidas, por lo que no se considera afectación mayor.
4.2.2.2 En el caso de ampliación o rehabilitación de caminos existentes, no se deberá rebasar el límite de 5.0 m de ancho, a excepción de tramos cortos con curvas y pendientes mayores a 5.0% o con pendientes laterales peligrosas, donde se permitirá sólo por razones estrictamente de seguridad, ensanchar hasta 7.0 m el camino para el paso de vehículos que circulen en sentido opuesto. La superficie que será empleada de manera adicional a la ocupada por los caminos existentes, será considerada para el cálculo de la superficie por afectar por caminos de acceso.	No se contempla la creación de caminos y veredas
4.2.2.3 Se realizará la rehabilitación o la construcción de caminos de acceso al área del proyecto considerando los siguientes aspectos: a) Que se cuente con las obras de drenaje necesarias para conducir el agua de lluvia hacia un dren natural durante la vida útil del proyecto. b) El material obtenido durante la apertura, remodelación o ampliación de caminos, de acuerdo con sus características, deberá ser empleado en las mismas obras. c) En caso de existir material excedente deberá ser depositado en sitios previamente seleccionados, en donde se garantice que éste no será arrastrado por el drenaje pluvial o por crecimiento de cuerpos de agua, preferentemente deberán seleccionarse sitios desprovistos de vegetación o perturbados. d) Al depositar el material excedente, se deberá garantizar que no se obstruyan cauces naturales o similares.	No se contempla la construcción o rehabilitación de caminos y veredas. Únicamente se utilizarán los accesos existentes.
4.2.3 Campamentos	No aplica, no se contempla la instalación de campamentos.
4.2.3.1 Los campamentos deberán ubicarse en áreas no aledañas a cuerpos de agua y que, de preferencia, no presenten densa vegetación, en el caso contrario, deberá incorporarse el campamento a los espacios disponibles entre la vegetación arbórea y arbustiva sin causarle afectaciones.	No aplica, no se contempla la instalación de campamentos.
4.2.4 Patios de maniobras	No aplica. No se ocuparán patios de maniobras para el proyecto.

Especificaciones	Cumplimiento
4.2.5 Planillas de barrenación	La superficie de afectación obtenida por planillas de barrenación es del 1 % del área, determinada según lo establecido en el apartado 4.2.5 de la NOM-120-SEMARNAT-2020, equivalente a 100 m^2/ha.
4.2.5.1 Las planillas de barrenación serán abiertas sin interferir con los cauces naturales de la zona.	No se interferirá con los cauces naturales de la zona, dado que ninguna de las corrientes identificadas cruza las inmediaciones de las planillas de barrenación.
4.2.6 Pozos	No aplica. No se realizarán pozos en el sitio.
4.2.7 Socavón	No aplica. No se realizarán socavones en el sitio.
4.2.8 Zanja	No aplica. No se realizarán zanjas en el sitio.
4.3 Límite máximo de afectación por hectárea	El porcentaje de afectación por hectárea es de 1 %, el cual se encuentra dentro del 25 % máximo permisible para conformidad de la norma.

Además, en cumplimiento a la especificación 4.1.18 de la NOM-120-SEMARNAT-2020, se hace la aclaración que el presente proyecto no contempla las acciones de relleno de zanjas, inhabilitación de caminos nuevos, además de que la revegetación y restauración forestal no aplica para la presente MIA puesto que no habrá remoción de individuos arbóreos y en ningún caso se considera desmonte. Las especificaciones y cumplimiento del apartado 4.1.18 de la norma en comento se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42. Especificaciones del apartado 4.1.18 de la NOM-120-SEMARNAT-2020.

Especificaciones del apartado 4.1.18 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Información
Estabilización de taludes.	La estabilidad de taludes se llevará a cabo en las planillas BCO-01, BCO-02, BCO-03, BCO-04, BCO-05, BCO-06, BCO-07, BCO-08, BCV-01, BCV-02, BCV-03, BCV-04, BCV-06, BCV-07, BCV-08, BCV-09, BCV-10, BCV-11, BCV-12, BCV-13, BCV-14, BCV-15, BCV-16, BCV-17, BCV-18, BCV-19, BCV-20, BCV-21, BCV-22, BCV-23, BCV-24, BCV-25, BCV-26, BCV-27, BCV-28, BCV-29, BCM-01, BCM-02, BCM-03, BCM-04, BCM-05, BCM-06, BCC-05, BCC-06, BCC-07, BCC-08, BCC-09, BCC-11, BCC-12, BCC-13, BCC-14, BCC-15, BCC-16 y BCC-17, en las cuales se presenta una pendiente superior a 15 %, en las que se realizará la excavación de talud mediante despalme.
Relleno de pozos de exploración.	Al término de la perforación de cada barreno el material que no sea utilizado para el análisis geológico minero será depositado dentro del mismo barreno y este será cementado y tapado.
Relleno de zanjas.	No aplica para el presente proyecto pues no se contempla la elaboración de zanjas para la exploración minera.
Escarificación de suelo.	No se realiza las labores de escarificación. Solo se nivelarán las planillas.
Inhabilitación de caminos nuevos.	No aplica para el proyecto, ya que los caminos llegan a la localidad de Pitorreal y localidades aledañas, los cuales no se encuentran dentro del SA, solo se utilizarán veredas existentes dentro del SA.
Revegetación y restauración forestal.	No aplica puesto que no habrá remoción de individuos arbóreos y en ningún caso se considera desmonte.

Fuente: Elaboración propia con datos de la NOM-120-SEMARNAT-2020.

V.I.1.3 Matriz de valoración de los impactos identificados

Para la valoración de los impactos se utilizó la metodología del RIAM, por sus siglas en ingles *Rapid Impact Assessment Matrix* (Pastakia, 1998), donde los impactos identificados se clasifican con base en los criterios de importancia de la condición, magnitud del cambio/efecto, permanencia, reversibilidad y acumulación; una vez que estos son definidos se les asigna una escala de acuerdo con la Tabla 43.

Tabla 43. Criterios a considerar para la valoración de los impactos identificados.

Criterio	Clave	Intervalos
Importancia respecto a la distribución espacial.	A1	4= nacional/internacional 3= regional/cuenca 2= estados/municipios 1= a nivel localidad 0= no importante
Magnitud Beneficio / perjuicio	A2	+3= mayor positivo +2= mejora significativa +1= menos 0= sin cambio -1= negativo -2= negativo significativo -3= cambio mayor
Permanencia	B1	1= sin cambio/ no aplica 2= temporal 3= permanente
Reversibilidad	B2	1= sin cambio/ no aplica 2= reversible 3= irreversible
Acumulación	B3	1= sin cambio/ no aplicable 2= no acumulativo/ directo 3= acumulativo/ sinérgico

Fuente: Elaboración propia con datos de Pastakia (1998).

Para el proceso de valoración, se incluyen las actividades contempladas para cada acción de interés con la finalidad de realizar el proyecto, en las que se contempla el acondicionamiento de las planillas de barrenación. El resultado de la valoración de los impactos generados por cada acción identificada, se muestra en la Tabla 44.

Tabla 44. Valoración de impactos identificados.

Componente	Impacto identificado	Criterio				
		A1	A2	B1	B2	B3
Calidad del aire	Emisiones atmosféricas por la máquina perforadora	1	-1	1	1	1
	Emisión de partículas suspendidas (polvos).	0	0	1	1	1
Ruidos y vibraciones	Emisión de ruido por máquina perforadora.	1	-1	2	2	1
	Generación de vibraciones por actividades de perforación en los sitios de barrenación.	1	-1	2	2	1
	Aumento en los niveles sonoros.	1	-1	2	2	1

Componente	Impacto identificado	Criterio				
		A1	A2	B1	B2	B3
Geología y geomorfología	Perforación del sustrato rocoso.	1	-1	3	3	2
Suelo	Erosión del suelo.	1	-1	2	2	2
	Remoción de cubierta superficial del suelo.	1	-1	2	2	2
Vegetación terrestre	Pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva.	1	-1	2	2	2
Fauna	Perturbación temporal del hábitat de fauna silvestre.	1	-1	2	2	1
	Desplazamiento temporal de individuos de fauna local.	1	-1	2	2	1
Paisaje	Calidad del paisaje.	1	-1	2	2	1
	Visibilidad del paisaje.	1	-1	2	2	1
Demografía	Generación de empleos temporales.	1	1	2	1	1
	Rehabilitación de caminos y veredas existentes.	0	0	1	1	1
	Generación de residuos sólidos urbanos.	1	0	1	1	1

Esta tabla considera que las planillas de barrenación son áreas acondicionadas con limpieza manual de vegetación, nivelación menor del terreno, posible remoción de suelo superficial. Se trató de mantener una lectura equilibrada, sin sobredimensionar los impactos negativos, ya que, por la naturaleza de la actividad, los efectos son predominantemente temporales, reversibles y localizados. Los valores de A1 se asignaron en función de la escala municipal-local del impacto. Los impactos positivos también se incluyeron para balancear el análisis conforme a la metodología RIAM.

V.I.1.4 Matriz de interacciones

La matriz de interacciones se realizó con el apoyo del software RIAM (Pastakia, 1998), donde los valores que puede adquirir la calificación de impactos son de tipo alfanumérico y describen cinco categorías positivas y cinco negativas, las cuales se clasifican en impactos menores, moderados, significativos y mayores (Tabla 45).

Tabla 45. Rangos alfabéticos y numéricos de la Matriz de Impacto Ambiental (RIAM).

Calificación	Rangos alfabéticos	Rangos numéricos	Descripción
72 –108	E	5	Impacto positivo mayor.
36 – 71	D	4	Impacto positivo significativo.
19 –35	C	3	Impacto positivo moderado.
10 – 18	B	2	Impacto positivo.
1 – 9	A	1	Impacto positivo menor o ligero.
0	N	0	Sin impacto.
-1 a –9	-A	-1	Impacto negativo menor o ligero.
-10 a –18	-B	-2	Impacto negativo.
-19 a –35	-C	-3	Impacto negativo moderado.
-36 a –71	-D	-4	Impacto negativo significativo.
-72 a –108	-E	-5	Impacto negativo mayor.

Fuente: Elaboración propia con datos de Pastakia (1998).

Los resultados de la matriz de interacciones para el presente proyecto se presentan en la Tabla 46.

Tabla 46. Resultados del análisis de evaluación de impacto ambiental de acuerdo con el RIAM.

Componente	Impacto identificado	Calificación	Rangos alfabéticos	Descripción
Calidad del aire	Emisiones atmosféricas por la máquina perforadora	-3	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Emisión de partículas suspendidas (polvos).	0	N	Sin impacto
Ruidos y vibraciones	Emisión de ruido por máquina perforadora.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Generación de vibraciones por actividades de perforación en los sitios de barrenación.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Aumento en los niveles sonoros.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
Geología y geomorfología	Perforación del sustrato rocoso.	-8	-A	Impacto negativo menor o ligero.
Suelo	Erosión del suelo.	-6	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Remoción de cubierta superficial del suelo.	-6	-A	Impacto negativo menor o ligero.
Vegetación terrestre	Pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva.	-6	-A	Impacto negativo menor o ligero.
Fauna	Perturbación temporal del hábitat de fauna silvestre.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Desplazamiento temporal de individuos de fauna local.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
Paisaje	Calidad del paisaje.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.
	Visibilidad del paisaje.	-5	-A	Impacto negativo menor o ligero.

Componente	Impacto identificado	Calificación	Rangos alfabéticos	Descripción
Demografía	Generación de empleos temporales.	4	A	Impacto positivo menor o ligero.
	Rehabilitación de veredas existentes.	0	N	Sin impacto.
	Generación de residuos sólidos urbanos.	0	N	Sin impacto.

Fuente: Elaboración propia con datos de Pastakia (1998).

La matriz de interacciones permite identificar obras o acciones que tendrán algún impacto en el área donde se llevarán a cabo. Esta técnica permite identificar aquellas acciones del proyecto que provocarán algún impacto al momento de ser ejecutadas en áreas susceptibles, diferenciándose aquellas áreas donde por sus cualidades los impactos son nulos. De esta manera se obtuvo información particular puntual de diversas áreas del proyecto que permitirá el diseño de medidas de mitigación específicas para ese lugar en particular.

Con base en los resultados del RIAM contenidos en la Tabla 46, se tiene que, de los 16 impactos identificados, tres no muestran ningún impacto (N), uno muestra un impacto positivo menor o ligero (A), con calificaciones de cuatro; los 12 componentes restantes muestran un impacto negativo de categoría menor o ligero (-A) con calificaciones de -3, -5, -6 y -8. Lo anterior demuestra que, los impactos generados en los diferentes componentes son menores, como es la emisión de ruido y/o aumento en los niveles sonoros, pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva, el desplazamiento temporal de individuos de fauna local, entre otros. Estos impactos negativos menores o ligeros son reversibles y temporales, por lo que, serán eliminados en cuanto terminen las labores de exploración mediante barrenación; de ser requerido, se realizarán medidas de mitigación. El único impacto negativo menor o ligero (-8, -A) identificado como irreversible y permanente corresponde a la perforación del sustrato rocoso, para el cual se contará con la medida de mitigación pertinente, descrita más adelante.

V.I.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores de impacto ambiental son medidas cuantitativas o cualitativas que evalúan los efectos de las actividades del proyecto sobre cada uno de los componentes ambientales que se presentan en el área de estudio. Para la identificación de los efectos en el SA, se desarrollaron las matrices y la lista de verificación enumerados en el subcapítulo V.1.1, en la Tabla 47 se presentan los indicadores de impacto para cada uno de los impactos y posteriormente se describen de acuerdo a cada uno de los componentes ambientales.

Tabla 47. Indicadores de impacto ambiental

Componente ambiental	Impacto identificado	Indicador de impacto
Calidad del aire	Emisiones atmosféricas por la máquina perforadora.	La maquinaria tendrá el mantenimiento preventivo previo a iniciar los trabajos.
	Emisión de partículas suspendidas (polvos).	No se generarán emisiones de partículas suspendidas, debido a que no se utilizara vehículos dentro del SA.
Ruido y vibraciones	Emisión de ruido por máquina perforadora.	Presencia de una fuente de ruido y vibraciones, la máquina perforadora; dentro de los 60 puntos a barrenar.
	Generación de vibraciones por actividades de perforación en los sitios de barrenación.	
	Aumento en los niveles sonoros.	
Geología y geomorfología	Perforación del sustrato rocoso.	Número de sitios a barrenar (60) y las dimensiones del diámetro de la perforación (10 cm).
Suelo	Erosión del suelo.	Número total de veredas de acceso y la superficie de las planillas de barrenación que lo requieran.
	Remoción de cubierta superficial del suelo.	Superficie perturbada por el acondicionamiento de las planillas de barrenación que lo requieran y las dimensiones del diámetro de la perforación (10 cm).
Vegetación terrestre	Pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva.	Daño a la vegetación herbácea por el acondicionamiento de la superficie de las planillas de barrenación (5 x 5 m).
Fauna	Perturbación temporal del hábitat de fauna silvestre.	Daños en la vegetación de tipo herbácea por el acondicionamiento de la planilla de barrenación.
	Desplazamiento temporal de individuos de fauna local.	Vibraciones derivadas de la operación de la maquinaria y la presencia temporal de personas producen el desplazamiento de la fauna que incide cerca de las planillas.
Paisaje	Calidad del paisaje.	Por el uso de veredas y trabajos en las planillas de barrenación, se espera modificar temporalmente la calidad del paisaje.
	Visibilidad del paisaje.	Presencia y uso de la máquina perforadora y la cantidad de personal de trabajo.
Demografía	Generación de empleos temporales.	Personal contratado para trabajos de mano de obra.
	Rehabilitación de veredas existentes.	No hay rehabilitación de veredas.
	Generación de residuos urbanos.	Generación y dispersión de residuos sólidos urbanos por parte del personal del proyecto, por lo que se tomarán las medidas correspondientes mediante el uso de contenedores.

V.I.2.1 Calidad del aire

Durante la utilización de la máquina perforadora se generarán gases de combustión, pero que acorde con las características de la misma, estos gases serán mínimos e intangibles y de fácil dispersión en la atmósfera, sin embargo, se tendrá cuidado de cumplir con los mantenimientos preventivos de los equipos a fin de no causar disturbio a la calidad del aire.

Con respecto a los vehículos empleados en el presente proyecto, únicamente circularán por el tramo de camino existente de Hidalgo de Parral, Chihuahua a la localidad de El Pitorreal municipio de Tamazula, Durango, de ahí ya no se utilizarán los vehículos, estos quedaran estacionados en el lugar donde pernocten los trabajadores en la localidad de El Pitorreal, por lo que las emisiones de gases de combustión a la atmósfera no son consideradas, porque los vehículos no transitaran dentro del SA.

No se tiene considerar la emisión de partículas suspendidas (polvos), debido a que los vehículos no transitaran dentro del SA, debido a que no hay caminos, solo veredas.

Por último, para las actividades de acondicionamiento de planillas de barrenación, no se considerará la utilización de ninguna herramienta o producto químico que expida algún gas contaminante o partículas suspendidas (polvos), puesto que esta actividad se realizará de manera manual en aquellas planillas que lleguen a presentar algunos individuos arbustivos.

V.I.2.2 Ruidos y vibraciones

En este componente los impactos considerados son:

- Emisión de ruido por la barrenadora.
- Generación de vibraciones por actividades de perforación en los sitios de barrenación.
- Aumento en los niveles sonoros.

Sin embargo, estos impactos solo serán de manera temporal, por lo cual, al finalizar las actividades del presente proyecto, el entorno recuperará sus niveles sonoros normales y cesarán las vibraciones generadas por la máquina perforadora.

V.I.2.3 Geología y geomorfología

La barrenación es una técnica de exploración directa mediante la cual se perfora el macizo rocoso para extraer la muestra núcleo de la roca, sin embargo, cabe hacer mención que este método de exploración es una técnica que no causará impacto alguno al medio geológico, ya que, por sus características, la perforación se considera de dimensiones minúsculas en cuanto al diámetro de perforación (10 cm), además, al término de las actividades de barrenación cada boca de barreno quedará tapada con tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento, evitando así la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local, además, esta pequeña estructura permitirá identificar la posición de cada uno de los barrenos.

Es importante señalar que las actividades a realizar durante la barrenación (trabajos de barrenación), no causarán, de ninguna manera, erosión del sustrato rocoso, modificación de la geomorfología, inestabilidad del terreno o algún tipo de riesgo geológico en el área de estudio.

V.I.2.4 Suelo

El suelo no presentará modificaciones en lo relacionado a veredas, ya que se utilizará lo ya existente y en uso de las personas locales. De las planillas de barrenación se crearán impactos poco significativos, ya que se modificarán en menor orden las características del suelo al momento de hacer uso de los 5 x 5 m, implicando una exposición del mismo a la erosión hídrica y eólica sobre la superficie del área de estudio.

En lo que respecta a la nivelación de las planillas de barrenación que lo requerirán, la pendiente de los mismos será suavizada para obtener una superficie horizontal que permita la instalación de la máquina perforadora, el suelo removido por efecto del despalme, será almacenado temporalmente a un costado de la planilla y posteriormente será utilizado para la nivelación del mismo

Las labores de nivelación de las planillas de barrenación pueden facilitar la erosión del suelo, sin embargo, hay que recordar que esta modificación será únicamente en la superficie necesaria para la instalación de la máquina barrenadora dentro de los límites de la planilla, y al final de los trabajos de exploración estas serán remediadas mediante la estabilización de taludes que se describe específicamente en el apartado II.II.3 Construcción de obras mineras (planillas de barrenación).

V.I.2.5 Vegetación terrestre

Durante las actividades de acondicionamiento de planillas de barrenación se prevén daños a la vegetación de tipo herbácea, con lo que se provocarán sólo impactos adversos locales, sin embargo, estos impactos son temporales y reversibles, ya que la vegetación presente es de fácil regeneración, siempre y cuando la incidencia del ganado no persista.

Por otro lado, en el caso de no lograrse la dinámica de renovación natural esperada en relación a las condiciones del terreno, se propone realizar la propagación vegetativa de nopal (*Opuntia sp.*) en las planillas de barrenación.

V.I.2.6 Fauna

El impacto a la fauna local será reversible, ya que se perturbará su hábitat de manera temporal, durante las labores de barrenación, acondicionamiento de planillas de barrenación, así como por la presencia temporal del personal que interviene en las obras exploratorias, el ruido y las vibraciones derivado de la operación de la maquinaria. En este componente los impactos considerados son:

- Perturbación temporal del hábitat de fauna silvestre.
- Desplazamiento temporal de individuos de fauna local.

V.I.2.7 Paisaje

Por la perturbación de la vegetación debido al acondicionamiento de planillas de barrenación, además de la inclusión de elementos antropogénicos al entorno natural (máquina perforadora, equipo, herramienta y personal operativo), en cada sitio a explorar, se espera que la calidad del paisaje se vea temporal y ligeramente modificada. En este componente los impactos considerados son:

- Calidad del paisaje.
- Visibilidad del paisaje.

Sin embargo, con base en la ubicación del sitio, las características del relieve y la cobertura de vegetación que hay en la región, la calidad y visibilidad del paisaje se verá afectada en una mínima parte (a pesar que existe cierta perturbación por el pastoreo que se practica), además, hay que recordar que estos impactos son temporales y reversibles, es decir, al finalizar las actividades de exploración el área de estudio podrá regenerarse de manera eficaz.

V.I.2.8 Demografía

Durante el desarrollo de las actividades de exploración, la contratación de mano de obra tendrá un impacto benéfico significativo, ya que generará empleo para personas que habitan en zonas cercanas al sitio de estudio. Por otro lado, la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal, provocará un impacto poco significativo, para esto último, se tomarán las medidas preventivas necesarias que eviten la dispersión de residuos urbanos mediante el uso de una bolsa para basura, y posteriormente será retirada y enviada al sitio de disposición final con el que cuenta el municipio de Tamazula (El Tecuan), asignado para tal efecto.

V.I.3 Criterios y metodología de evaluación

V.I.3.1 Criterios

La evaluación de impacto ambiental con el RIAM (Pastakia, 1998) se basa en la definición de criterios de evaluación de impactos y componentes ambientales dentro del área del proyecto. Las actividades del proyecto se evalúan comparando los componentes ambientales con la realización del proyecto y sin proyecto, obteniéndose un valor de beneficio o no beneficio de la actividad sobre el componente. La suma total de los impactos se compara contra escalas de impactos globales del proyecto. El método proporciona el perfil de cada impacto, permitiendo la comparación entre opciones del proyecto.

Los criterios utilizados corresponden a dos series:
A.- Criterios de importancia que, individualmente pueden cambiar el valor obtenido.
B.- Criterios de situación que no cambian el valor obtenido.

Los impactos benéficos o adversos se obtienen utilizando escalas con valores negativos, cero, y valores positivos para los criterios A. El valor de cero es equivalente a un impacto “sin cambio” o “no importante”, permitiendo aislar por criterio la condición que no muestra cambio o no es importante para el análisis.

La evaluación final requiere de la multiplicación de los valores obtenidos para los criterios de la serie A, que aseguran que el peso de cada valor asignado sea expresado, mientras que los criterios del grupo B solamente se suman para asegurar que cada valor individual no puede influir la calificación final del proyecto, pero que la importancia colectiva de la serie B si es tomada en cuenta.

La suma de B se multiplica por los resultados del grupo A para obtener la calificación final, expresada como ES:

(1) (a1)x(a2)x(a3)x...(aN) = aT
(2) (b1)+(b2)+(b3)+...(bN) = bT
(3) (aT)x(bT) = ES

Donde:

(a1) ... (aN) son los valores individuales para los criterios del grupo (A).
(b1) ...(bN) son los valores individuales para los criterios del grupo (B).
aT es el resultado de la multiplicación de todos los valores (A).
bT es el resultado de la multiplicación de todos los valores (B).
ES, calificación final.

El valor cero no se utiliza para los criterios del grupo B, ya que, si todo el grupo suma cero el resultado final ES se convierte en cero, incluso para condiciones de A que sean importantes. Para evitar esta situación se asigna el valor 1 para los criterios de la serie B cuando no cambian o no resultan importantes.

Los beneficios o perjuicios se obtienen utilizando escalas con valores negativos, cero y positivos para los criterios A. El valor de cero convierte el impacto como “sin cambio” o “no importante”, permitiendo aislar por criterio la condición que no muestra cambio o no es importante para el análisis.

Los criterios deben ser definidos para ambos grupos con base en condiciones fundamentales que pueden ser afectadas, más que las relacionadas a proyectos individuales.

Los criterios considerados en el sistema son:

GRUPO (A)

- IMPORTANCIA DE LA CONDICIÓN (A1)

Considera distribución espacial o intereses humanos que pueden ser afectados con escalas definidas como:

4 = Importante a los intereses nacionales/internacionales.
3 = Importante a los intereses nacionales/regionales.
2 = Importante a las áreas inmediatamente.
1 = Importante sólo a la condición local.
0 = Ninguna importancia.

- MAGNITUD DEL CAMBIO/EFECTO (A2)

Se define como la medida de beneficio/perjuicio del impacto o condición:

+3 = Mayor beneficio positivo.
+2 = Mejora significativa en el statu quo.
+1 = Mejora en el *statu quo.*
0 = Ningún cambio/*statu quo.*
-1 = Cambio negativo en el *statu quo.*
-2 = Cambio negativo significativo.
-3 = Mayor beneficio o cambio.

GRUPO (B)

- PERMANENCIA (B1)

Define la condición de permanencia en el tiempo para los impactos o la condición señalada, por ejemplo, en términos de presas, la creación de un embalse es permanente, mientras que una presa es una condición temporal que puede ser removida.

1 = Ningún cambio/no aplica.
2 = Temporal.
3 = Permanente.

- REVERSIBILIDAD (B2)

Se define como si la condición puede ser cambiada, señalándose como una medida de control sobre el impacto o condición. No debe confundirse con permanencia, ya que por ejemplo un derrame de tóxicos puede ser temporal pero sus efectos sobre la muerte de peces son irreversibles.

1 = Ningún cambio/no aplica.
2 = Reversible.
3 = Irreversible.

- ACUMULATIVO (B3)

Determina que un impacto pueda tener un efecto directo, se acumule a través del tiempo o bien resulte sinérgico con otras condiciones. Es un criterio para determinar la permanencia o efectos posteriores de una condición. Por ejemplo, la pérdida de un organismo adulto es un impacto permanente e irreversible pero no acumulativo, mientras que la pérdida de larvas o

juveniles es permanente, irreversible y además acumulativo, ya que afectará a futuras generaciones.

1 = Ningún cambio/no aplica.
2 = No acumulativo/sencillo.
3 = Acumulativo/sinérgico.

Además, el sistema requiere que se definan los alcances de los componentes específicos de evaluación, en cuanto a sus características o condiciones a afectar y que, de ser necesario puedan reevaluarse en el futuro. Los componentes ambientales pueden agruparse en cuatro categorías (Tabla 48).

Tabla 48. Componentes ambientales agrupados en cuatro categorías.

Categoría	Clave	Descripción
Físico y químico	FQ	Aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo recursos no biológicos finitos y la degradación del ambiente por contaminación.
Biológico y ecológico	BE	Aspectos biológicos, recursos renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y condiciones de contaminación o deterioro de recursos.
Sociológico y cultural	SC	Aspectos sociales que afectan el ambiente, incluyendo cuestiones culturales y desarrollo humanos.
Económico operacionales	OE	Aspectos económicos propios del proyecto y que tengan injerencia en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia con datos de Pastakia (1998).

El uso de estas cuatro categorías se compara con las actividades detalladas del proyecto desde las fases de pre a post implantación. Sin embargo, cada categoría debe filtrase para identificar componentes ambientales específicos que mejor demuestren los posibles impactos. Esta subdivisión detallada requiere una consideración cuidadosa de la naturaleza de los impactos en proyectos individuales. El grado de sensibilidad y detalle del sistema puede controlarse por el proceso de selección y definición de estos componentes ambientales.

Para utilizar el sistema descrito se produce una matriz para cada opción del proyecto con celdas que muestran los criterios utilizados contra cada componente definido y se aplican los valores señalados para calcular el valor final. Este valor se compara contra rangos que se definen como condiciones indicadoras de cambio. Estas condiciones normalmente reflejan los cambios en los valores del grupo A combinados con los valores obtenidos para el grupo B.

Los valores que puede tomar la calificación de impactos son alfa-numéricos y describen cinco categorías positivas o negativas, desde menor, pasando por moderado, significativo y mayor (Tabla 45). A continuación, se incluyen los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del presente proyecto, empleando la metodología del RIAM (Tabla 49).

Tabla 49. Evaluación de impacto ambiental de las actividades de exploración geológica.

Físico y químico componentes (FQ)								
	Componentes	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
FQ1	Emisiones atmosféricas por la máquina perforadora.	-3	-A	1	-1	1	1	1
FQ2	Emisión de partículas suspendidas (polvos).	0	N	0	0	1	1	1
FQ3	Emisión de ruido por máquina perforadora.	-5	-A	1	-1	2	2	1
FQ4	Generación de vibraciones por actividades de perforación en los sitios de barrenación.	-5	-A	1	-1	2	2	1
FQ5	Aumento en los niveles sonoros.	-5	-A	1	-1	2	2	1
FQ6	Perforación del sustrato rocoso.	-8	-A	1	-1	3	3	2
FQ7	Erosión del suelo.	-6	-A	1	-1	2	2	2
FQ8	Remoción de cubierta superficial del suelo.	6	-A	1	-1	2	2	2
Biológico y Ecológico componentes (BE)								
	Componentes	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
BE1	Pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva.	-6	-A	1	-1	2	2	2
BE2	Perturbación temporal del hábitat de fauna silvestre.	-5	-A	1	-1	2	2	1
BE3	Desplazamiento temporal de individuos de fauna local.	-5	-A	1	-1	2	2	1
Sociológico y Cultural componentes (SC)								
	Componentes	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
SC1	Calidad del paisaje.	-5	-A	1	-1	2	2	1
SC2	Visibilidad del paisaje.	-5	-A	1	-1	2	2	1
Económico y Operacional componentes (OE)								
	Componentes	**ES**	**RB**	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
OE1	Generación de empleos temporales.	4	A	1	1	2	1	1
OE2	Rehabilitación de caminos y veredas existentes.	0	N	0	0	1	1	1
OE3	Generación de residuos sólidos urbanos.	0	N	1	0	1	1	1

Fuente: Elaboración propia con resultados del RIAM.

Asimismo, en la Figura 40, se incluye el histograma de resultados de la evaluación de impacto ambiental, donde se puede apreciar en resumen el impacto de cada uno de los componentes.

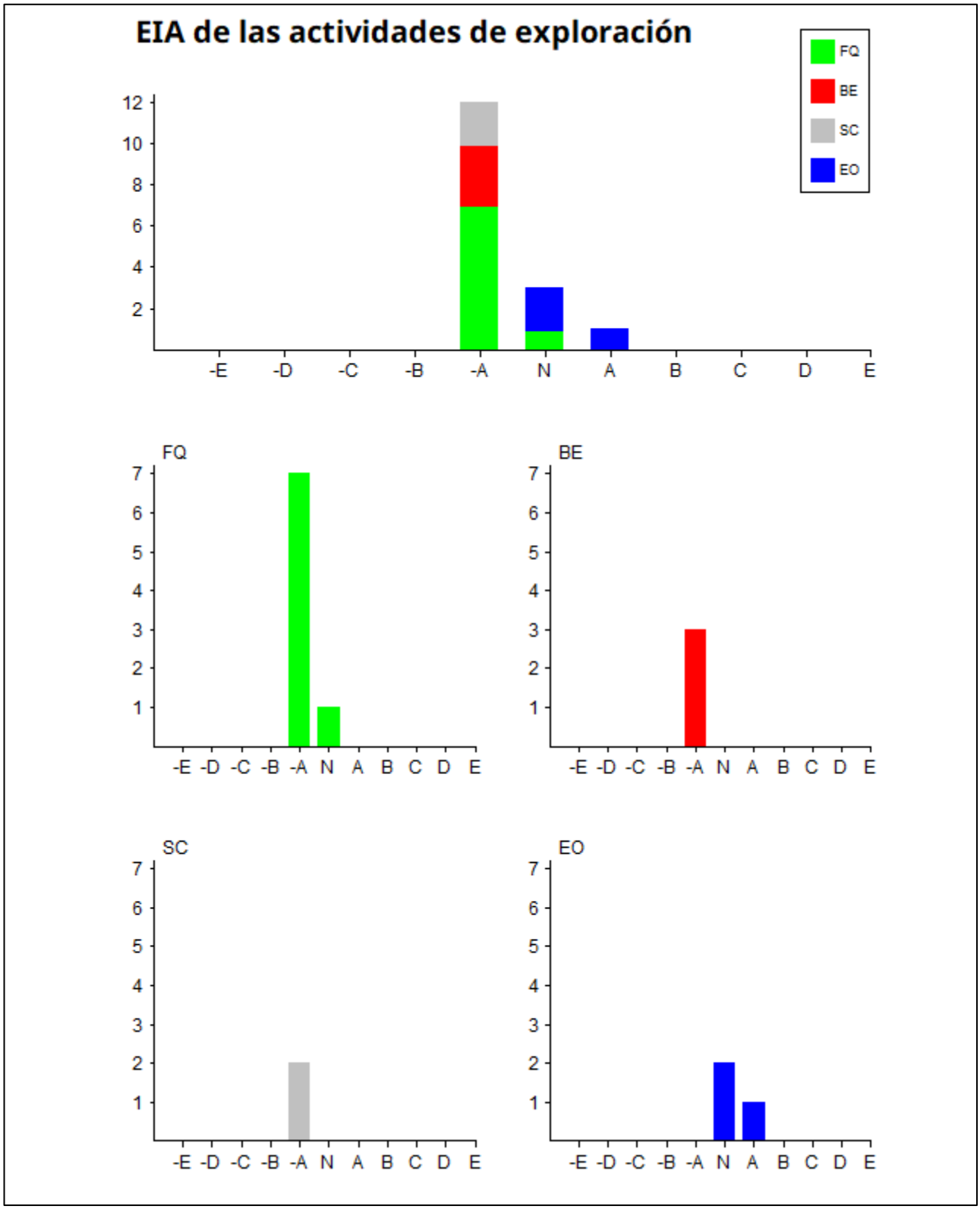


Figura 40. Histograma de los resultados de la evaluación de impacto ambiental de la exploración geológica.

FQ: Físico y químico, BE: Biológico y ecológico, SC: Sociocultural, EO: Económico y operacional.

Fuente: Resultados del RIAM.

V.I.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

En primera instancia, se delimitó el área de estudio con base en las especificaciones de la NOM-120-SEMARNAT-2020, donde se describe la generación de una retícula preliminar que permita discriminar los polígonos donde no se lleven a cabo obras relacionadas con la exploración minera.

Para la segunda etapa, se realizó una lista de verificación y monitoreo general de las actividades basadas en la NOM-120-SEMARNAT-2020, incluyendo espacios para señalar las observaciones contempladas para el presente proyecto, examinando desde las más generales hasta las más específicas contenidas en la Norma en comento.

En el tercer paso, se eligió el método RIAM por ser altamente flexible y útil en casos donde la información básica es escasa, porque además permite evaluar y reevaluar el proyecto toda vez que se define mayor nivel de alcance en la información, en forma de componentes ambientales; por último, este método permite el registro de juicios subjetivos.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se aplicaron para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción, reconociendo qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados.

En la Tabla 43 se presenta la escala numérica de los criterios a considerar para la valoración de los impactos ambientales, dichos criterios son: importancia respecto a la distribución espacial, magnitud, permanencia, reversibilidad y acumulación; cada uno de ellos se aplicó a los diferentes impactos identificados, los cuales se dividen en ocho componentes (calidad del aire, ruido y vibraciones, geología y geomorfología, suelo, vegetación terrestre, fauna, paisaje y demografía) como se observa en la Tabla 44.

La metodología del RIAM, agrupa a los impactos ambientales en cuatro componentes (físico y químico, biológico y ecológico, sociológico y cultural, y económico operacional), ésta permite la generación de una matriz en la cual se cuantifica cada uno de los criterios para la valoración de los impactos ambientales seleccionados (Tabla 49). Los resultados de la matriz se clasifican en un carácter alfabético y un numérico para determinar el tipo de impacto (positivo o negativo) y el grado del mismo (menor, moderado, significativo y mayor), como se observa en la Tabla 45 y Tabla 46.

VI. Medidas preventivas y mitigación de los impactos ambientales

VI.I Descripción de la medida o programa de medidas correctivas por componente ambiental

Uno de los objetivos inherentes en el presente proyecto de exploración minera, es el no causar alteraciones ambientales significativas que pongan en riesgo la correcta funcionalidad de los ecosistemas.

Para este proyecto, se entenderá como medida de mitigación a toda acción llevada a cabo para prevenir, reducir o revertir cualquier impacto de carácter negativo en el ambiente y los seres humanos que se dé como resultado de las obras de exploración.

Los participantes en las obras exploratorias observarán y atenderán las siguientes medidas, además de lo establecido en la legislación ambiental vigente, así como las condicionantes que emita la autoridad ambiental para el presente proyecto.

- Se prohíbe realizar quemas de maleza y utilizar herbicidas y/o productos químicos durante el acondicionamiento de planillas de barrenación.
- Supervisar que el material vegetal removido por las actividades de acondicionamiento de planillas, sea depositado en áreas de borde bien definidas para su incorporación al suelo.
- Se prohíbe cazar, capturar, dañar, molestar y comercializar con las especies de flora y fauna silvestre dentro y en las inmediaciones del área del proyecto.
- Supervisión del mantenimiento adecuado de la maquinaria utilizada en las actividades de proyecto con la finalidad de reducir la emisión de ruido, humos y gases a la atmósfera.
- Revisar permanentemente el cumplimiento de envío de los residuos sólidos urbanos generados por las actividades al sitio de disposición final con el que cuente la localidad de El Tecuan perteneciente al municipio de Tamazula, Durango.
- Identificación de un taller mecánico en la localidad de El Tecuan perteneciente al municipio de Tamazula, Durango para el mantenimiento de los vehículos, con lo cual, se evitará la contaminación con hidrocarburos al suelo.
- Supervisión estricta para que no se modifiquen los cauces naturales que puedan incidir en el área del proyecto.
- Al concluir los trabajos de exploración mediante barrenación, supervisión de la limpieza de las áreas de trabajo y verificación de que no quede ningún elemento ajeno al entorno paisajístico de la zona.
- Supervisión para que en las labores de perforación no se barrene el manto freático, de suceder, se notificará por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

- Verificar periódicamente al estado de la señalización informativa en las áreas de uso común, a fin de mantener en conocimiento de los transeúntes sobre la realización de actividades de barrenación.
- Supervisión estricta para evitar derrames en el suelo de residuos líquidos como son aceites y grasas en las diferentes actividades del proyecto de exploración, para ello se tendrá un depósito temporal, en donde serán colectados y enviados posteriormente al sitio de disposición final.

Además, durante la ejecución de las diferentes actividades del proyecto se considerará estrictamente lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (listado enunciativo, no limitativo):

- 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. Publicada en el DOF el 14 de noviembre de 2019.

Las principales medidas de prevención de acuerdo a las diferentes actividades del proyecto se presentan en la Tabla 50 así mismo se incluyen las medidas de mitigación, en el entendido de que se da más énfasis a la prevención de los impactos ambientales, pretendiendo en todo momento no producirlos. Sin embargo, en cuanto a los impactos ambientales identificados y que por sus características no baste con medidas preventivas, se señalan las medidas de mitigación.

Los impactos en los que se plantea mitigación, se derivan del acondicionamiento de planillas de barrenación y de los trabajos propios de la barrenación.

Tabla 50. Actividades de mitigación del proyecto de exploración.

Componente	Impacto	Tipo y forma de medida de mitigación	Actividad	Supervisión
Suelo	Erosión	**PREVENTIVA** Remover el mínimo necesario de vegetación en las actividades del proyecto.	Sólo se realizará en la etapa de acondicionamiento de las planillas de barrenación en una superficie de 5 X 5 m cada una, lo cual se llevará a cabo de manera manual; para con ello evitar propiciar un área mayor de impacto al suelo y evitar mayor erosión al mismo.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
		MITIGACIÓN Estacamiento del talud como medida preventiva de deslave del suelo.	Se realizarán actividades de estacamiento de talud en aquellas planillas que tenga una pendiente no mayor a 15%.	Responsable y personal técnico del proyecto de perforación.
	Remoción de cubierta superficial del suelo.	**PREVENTIVA** Remover el mínimo necesario de suelo.	En caso de ser necesario la remoción de suelo, será almacenado temporalmente a un costado de la planilla y posteriormente	Responsable y personal técnico del

Componente	Impacto	Tipo y forma de medida de mitigación	Actividad	Supervisión
			será utilizado para la nivelación del mismo sitio.	proyecto de perforación.
	Contaminación por residuos sólidos urbanos.	**PREVENTIVA** Capacitación al personal técnico para la disposición adecuada de residuos sólidos urbanos, a fin de evitar la contaminación de suelos y los ecosistemas.	Se llevará a cabo una capacitación al personal, en la que se les referirá cuales son los tipos de residuos más comunes generados en las labores del proyecto, la clasificación de los mismos y el manejo hasta su disposición final en la localidad de El Tecuan, perteneciente al municipio de Tamazula, Durango. Es de observancia en todas las etapas del proyecto.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
Geología	Perforación del sustrato rocoso.	**MITIGACIÓN** Los barrenos deberán ser tapados para evitar la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local.	La perforación se considera de dimensiones muy pequeñas en cuanto al diámetro de perforación (10cm), además, al término de las actividades de barrenación cada boca de barreno quedará tapada con tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento, evitando así la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local, además, esta pequeña estructura permitirá identificar la posición de cada uno de los barrenos.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
Aire	Polvos	**PREVENTIVA** Uso de agua mezclada con aditivos biodegradables para disminuir la generación de polvo o partículas en suspensión.	Durante la perforación, el uso normal de agua mezclada con aditivos biodegradables además de procurar el enfriamiento, reforzamiento de las paredes y la estabilización de la barra perforadora, también disminuirá la generación de polvo o partículas en suspensión durante el proceso de barrenación. Es de observancia e indispensable durante el desarrollo del proyecto.	Personal técnico del proyecto.
	Ruidos	**PREVENTIVA** Se realizará el mantenimiento correspondiente de los equipos.	Debido a que los ruidos se generarán por el uso de la maquinaria, se deberá cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos, a fin de cumplir con un buen funcionamiento. Para la supervisión de esta medida, se llevará una bitácora de mantenimiento. Es de observancia en todas las etapas del proyecto.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
	Contaminación por humos de maquinaria y vehículos.	**PREVENTIVA** Mantenimiento a la máquina perforadora, para	Se llevará una bitácora del mantenimiento de la maquinaria utilizada en las labores del proyecto, en la cual se registrará el	Personal técnico del proyecto.

Componente	Impacto	Tipo y forma de medida de mitigación	Actividad	Supervisión
		así reducir la emisión de contaminantes.	cumplimiento con los programas de mantenimiento preventivo. De observancia en todas las etapas del proyecto.	
Fauna	Caza por trabajadores del proyecto.	**PREVENTIVA** Restricciones legales y educación ambiental a fin de evitar la pérdida de individuos de fauna.	Se llevará a cabo una capacitación al personal referente a la fauna silvestre. Se presentarán los grupos de fauna que pudieran presentarse en el área de estudio e inmediaciones de la misma, su identificación, ahuyentamiento, hábitos de alimentación, comportamiento, manejo en caso de avistamiento y, en caso de ser necesario, aviso ante la autoridad correspondiente. Así mismo, se informará sobre lo concerniente a la caza, captura, daño, molestia y comercialización de especies faunísticas. Se presentarán los puntos elementales sobre la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y NOM-059-SEMARNAT-2010 y consecuencias legales en caso de incumplimiento de las mismas. Con ello se pretende dar cumplimiento al apartado 4.1.9 de la NOM-120-SEMARNAT-2020.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
Vegetación	Pérdida de cubierta vegetal ruderal, herbácea y arbustiva.	**PREVENTIVA** Remover el mínimo necesario de vegetación durante las labores de acondicionamiento de planillas de barrenación.	Solo se realizará la remoción de herbáceas al momento de realizar el acondicionamiento de planillas de barrenación, en aquellas planillas que tenga esta fase vegetal, lo cual se realizará de manera manual con las dimensiones específicas para las planillas. El material removido será depositado en áreas de borde definidas. Para la remoción de herbáceas no se realizarán quemas ni se utilizarán herbicidas o algún producto químico. Se impartirá un taller de educación ambiental en donde se capacitará sobre la importancia de la conservación de la flora nativa.	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.
Paisaje	Afectaciones a la visibilidad y calidad del paisaje.	**PREVENTIVA** Retirar maquinaria y elementos antropogénicos utilizados en las	Como se ha venido mencionando el acondicionamiento será de acuerdo a las dimensiones de las planillas de barrenación. Además, concluidas las actividades de exploración se removerán todos aquellos elementos antropogénicos	Responsable y personal técnico de las obras de exploración.

Componente	Impacto	Tipo y forma de medida de mitigación	Actividad	Supervisión
		actividades de barrenación.	o de cualquier tipo, distintos al entorno natural. De observancia en todas las etapas del proyecto.	

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la revegetación natural, ésta dependerá de manera general de los rebrotes y éstos a su vez dependen de los recursos almacenados en las raíces (Maza, 2012), y si consideramos que solo se realizará remoción de vegetación herbácea por medio del chapoleo, las partes vegetativas de las plantas (tallos y raíces), tendrán la capacidad de regenerarse de manera natural, en aquellos sitios donde no se realice remoción de la capa superficial del suelo por acción del despalme; si fuera el caso, de que no se regenerarán por medio de los rebrotes en las áreas intervenidas, entonces éstas serán colonizadas por especies pioneras (Gorchov et al., 1993), siendo este un proceso esperado, que forma parte de la dinámica de renovación natural de los pastizales matorrales xerófilos que a su vez permiten el establecimiento de especies características de una siguiente etapa de sucesión (Mostacedo y Fredericksen, 2001).

Es importante mencionar, que el área de estudio se encuentra impactada por la actividad ganadera, por lo que la revegetación natural se llevará a cabo siempre y cuando esta actividad sea moderada. En el caso de no lograrse la dinámica de renovación natural esperada en relación a las condiciones del terreno, se propone realizar la propagación vegetativa de nopal (Opuntia ssp.) en las planillas de barrenación.

Se utilizarán nopal (*Opuntia spp.*) por su fácil propagación por medio de raquetas (cladodios), debido a que estas desarrollan raíces al corto tiempo de ser establecidas, siempre y cuando se realice un estrés previo de 20 días (Vázquez et al., 2010), la obtención de las raquetas se realizará utilizando individuos que se encuentren en los alrededores del área, cabe hacer la aclaración que solo se obtendrán 3 raquetas de cada individuo con la finalidad de no afectar su desarrollo. Esta especie tiene efectos de restauración ya que conserva suelo y controla la erosión (Vázquez et al., 2010).

La densidad de plantación para zonas semicálidas y templadas de acuerdo a la Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2010), en caso de bosques de coníferas son entre 1,100 a 1,600 plantas por hectárea, con planta de vivero de acuerdo con las dimensiones de las planillas de barrenación (25 m^2), se consideraría establecer 2 individuos por planilla, sin embargo, con material vegetativo no aplica. En el Anexo X se describe la forma en que se realizaría la propagación en las planillas de barrenación.

VI.II Impactos residuales

El proceso de evaluación de impacto ambiental significa, en definitiva, que se mantiene una relación permanente con la acción humana a emprender, desde su fase de diseño hasta la etapa de abandono. Desde el momento en que se inicia la etapa de construcción y sobre todo durante la operación y el cierre de actividades, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. El objetivo es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente.

Se puede considerar que los impactos generados por la obra en su mayoría son temporales, reversibles y perfectamente mitigables, además, se definió que el área de influencia ambiental es de carácter local, Limitado a los sitios contiguos, cercanos adyacentes a las planillas de barrenación.

El impacto residual de mayor grado es la perforación del sustrato rocoso para la extracción de núcleos de mineral a través de la barrenación, derivado a que el material extraído no se devuelve al lugar de cual se obtuvo. Ahora bien, por la naturaleza del proyecto se tendrán bajos impactos negativos, para cada uno de los casos se proponen las medidas de mitigación pertinentes.

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

VII.I Pronóstico del escenario

Con la finalidad de presentar la dinámica ambiental en torno al área de interés, se describe en este apartado el escenario tendencial que manifiesta el SA, ubicado en el municipio de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango; sin tomar en cuenta la influencia del proyecto, de manera posterior, se integra un escenario complementario que considera la realización del proyecto tomando en cuenta las medidas preventivas sobre los impactos ambientales que se han identificado, así como la tendencia contemplada en los ecosistemas de la región.

➢ Escenario tendencial del SA

Las condiciones sociales y las características de desarrollo que presenta la región, tienen un rol de alta importancia, en este marco, la calidad del aire, se mantendrá por un periodo prolongado en condiciones similares a las que actualmente presenta, cabe señalar que existen localidades rurales en el SA, sin embargo, las emisiones que se producen de fuentes fijas son bajas, por lo tanto, no tendrán ningún efecto en la población. En este contexto y con la finalidad de tener un control riguroso se realizó un análisis extendiendo el radio 1 km a la redonda del SA, de acuerdo a lo anterior, el número de localidades cercanas corresponde a 30 localidades rurales: Pitorreal, El Plátano, El Duraznal, Guajolote, El Agostadero, La Aguateca, Los Ocotes, La Soledad, La Apomita, San Marcial, El Limoncito, Pie de la Cuesta, Pitorrealito, Agua Azul, La Tableta, La Ventana, La

Trampa, El Pinito, El Rincón de Corral de Piedra, La Víbora, La Casa Vieja, Las Juntas, La Mesita, El Cordón, El Pueblito, La Mesa del Duraznito; en el municipio de Tamazula, Durango y La Soledad, La Mesa del Duraznito, Las Lonas y El Duraznito; en el municipio de Badiraguato, Sinaloa.

Con base en lo descrito previamente, se detectaron 3 localidades con incremento poblacional con base al último censo realizado, durante el lapso de 2010-2020 identificando a las localidades rurales: Pitorreal con 14.7%, La Aguateca con 52.4%, La Meza del Duraznito 62%; en contraparte, se identificó un decremento en la localidad rural Guajolotes con 10.4% menos habitantes en el mismo lapso. Debido a lo anterior, recurren a prácticas como caza, captura de fauna, ganadería y tala moderada de especies maderables que sirven para la elaboración de cercos, que se pudieron observar durante los recorridos de campo.

Las actividades antropogénicas descritas anteriormente se realizan en el SA, cabe señalar que de no instaurar y/o contemplar un esquema de sustentabilidad, la fauna y la vegetación presentará desequilibrios que propiciarán una tendencia de deterioro, ocasionando cambios como la disminución de fauna en la región, traslado a sitios más alejados, mejor conservados y en donde la depredación del ser humano sea menor.

Referente a la ganadería que se realiza en el SA, en caso de incrementar las cabezas de ganado y de no emplear un pastoreo rotacional, se debe considerar que la cobertura del estrato herbáceo presentará una reducción paulatina a medida que el ganado genere efectos derivados del consumo de los pastos y de la compactación sobre el suelo, motivo por el cual se dificultará el rebrote de la vegetación, propiciando efectos de intemperismo que conlleven a la erosión de los suelos, retirando nutrientes esenciales para su desarrollo.

La tendencia del incremento poblacional y el número de habitantes que presentan tres localidades en donde se realizará el proyecto son aspectos a considerar, por lo cual, se pronostica que la ocurrencia de los efectos aquí mencionados, puedan acontecer en un periodo a mediano plazo, concluyendo que el SA cuenta con un grado importante de resiliencia.

La configuración del relieve, en especial la presencia de pendientes, influye de manera directa en la susceptibilidad del área a procesos de erosión, al facilitar el arrastre y la pérdida de suelo. Sin embargo, en las condiciones actuales del SA, la cobertura vegetal existente desempeña una función protectora al disminuir la exposición directa del suelo y reducir la intensidad de dichos procesos.

Bajo un escenario tendencial de largo plazo, el posible aumento de la ganadería extensiva y de la deforestación para abrir nuevas áreas para la agricultura, asociado al crecimiento de la población y a una mayor demanda de recursos, podría ocasionar una disminución de los estratos herbáceo y arbustivo. De mantenerse esta tendencia sin la aplicación de medidas de manejo y recuperación de la cobertura vegetal, es previsible que el componente edáfico presente un deterioro progresivo, reflejado en una mayor erosión y pérdida de sus propiedades. En lo que respecta al sustrato litológico, no se identifican evidencias de alteración derivadas de actividades

antropogénicas, por lo que se considera que sus condiciones actuales podrán conservarse sin cambios aparentes durante un periodo prolongado.

En lo referente a la hidrología superficial y subterránea que presenta el SA, en primera instancia se deben considerar los asentamientos humanos que existen en la región debido a la disponibilidad del recurso, sin embargo, los componentes hídricos no representan un factor de alteración en la composición físico-química, o modificaciones. Referente al agua subterránea, considerando las condiciones que presentan el acuífero Río Culiacán que es de tipo libre la disponibilidad no se verá afectada y/o comprometida, ya que tiene estatus de acuífero subexplotado, no obstante, las localidades periféricas buscarán acceso al recurso hídrico, debido a lo anterior se sugiere tomar medidas regulatorias referentes al crecimiento poblacional. Con base en el análisis del SA, clases de calidad del ecosistema, en conjunto con características demográficas; se determinó que la realización del proyecto es factible, siempre y cuando se implementen medidas de prevención y mitigación descritas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de aminorar los posibles impactos que pudiesen generarse por la ejecución del proyecto.

➢ Escenario del SA con interacción del proyecto y medidas de mitigación

El SA del proyecto en comento se encuentra en los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango. El presente apartado se realizó con base en el escenario tendencial que tiene el SA, tomando en cuenta los impactos del proyecto, así como las medidas preventivas contempladas en el proyecto de exploración. En este contexto, La generación de emisiones a la atmósfera provocadas por efectos de ruido y vibraciones, se consideran como impactos negativos para el componente aire, que generará la máquina de perforación al momento de realizar la barrenación de los sitios programados.

Las medidas de prevención consideradas, buscan minimizar el impacto generado durante la ejecución del proyecto, en este contexto, se incluyen mantenimientos periódicos al equipo empleado durante la realización del mismo, con la finalidad de mejorar el rendimiento y por ende disminuir el consumo de combustible, acción que contribuye a la reducción de emisiones a la atmósfera. En este marco, los vehículos automotores contemplados para el traslado de personal y materiales tendrán mantenimientos preventivos y cumplirán con el programa de verificación aplicable, sin embargo, estos no circularan dentro del SA debido a que no hay caminos, los cuales quedaran resguardados en la localidad de Pitorreal, donde pernoctaran los trabajadores, por concerniente no habrá generación de polvo y emisiones contempladas en el proyecto por estos vehículos, por lo anterior, se concluye que la calidad del aire en el SA observará condiciones similares a las condiciones preexistentes a la realización del proyecto.

Adicionalmente, las actividades en donde se contemplan acondicionamiento de las planillas de barrenación ocasionarán impactos adversos de carácter temporal sobre el componente de vegetación, principalmente en el estrato herbáceo, derivado de su remoción mediante chapoleo manual. Esta técnica se implementará con el propósito de minimizar la alteración de los horizontes

subyacentes del suelo orgánico y favorecer, una vez concluidas las actividades del proyecto, la regeneración natural de la cubierta vegetal en las áreas intervenidas. Lo anterior permitirá reducir la permanencia de superficies de terreno desnudo y, con ello, disminuir la susceptibilidad a procesos de escorrentía superficial durante la temporada de lluvias. Por otra parte, en aquellos sitios de exploración donde la pendiente del terreno sea mayor a 15°, será necesario realizar labores de despalme con el fin de generar condiciones de estabilidad y seguridad para la correcta instalación y operación del equipo de perforación. Una vez finalizadas las actividades, se realizará una reforestación de nopal (Opuntia spp.), solo en aquellas planillas donde se observe que no se están revegetando naturalmente y requieran que se reduzca los efectos de intemperismo ocasionados por la lluvia y el viento.

En este contexto, de manera general la reducción de la cobertura vegetal, debido a las actividades de acondicionamiento del terreno propiciará un incremento reducido, focalizado y temporal en la tasa de pérdida de suelo. Sin embargo, considerando la capacidad de resiliencia del SA, así como las medidas de mitigación, se estima que en el corto y mediano plazo las condiciones del sitio presentaran una tendencia a restituirse hasta alcanzar características semejantes a las existentes previas al desarrollo del proyecto. Es importante mencionar que el tiempo de regeneración de la vegetación podrá estar condicionado por factores externos propios de la dinámica local, entre los que destacan la actividad ganadera y la agricultura que, aunque no esté reportada, se identificó en recorridos de campo; así como la cobertura vegetal presente en el SA, toda vez que dicha actividad productiva tiene presencia relevante en la zona.

En lo que respecta al recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo, se prevé que conserve sus características físicas y químicas preexistentes, debido a que el proyecto no contempla descargas de residuos o efluentes hacia cuerpos o corrientes de agua, ni la modificación de cauces naturales. Adicionalmente, durante las actividades de perforación se empleará agua mezclada con aditivos biodegradables, cuya función será contribuir al enfriamiento del equipo, reforzamiento de las paredes de perforación y a la estabilización de la barra perforadora. Además, el agua utilizada en el proceso previamente mencionado será decantada y recirculada en el proceso hasta alcanzar su máxima saturación hasta ser reemplazada, repitiendo el ciclo, de esta manera el uso de los recursos hídricos se hará de manera racional, por lo tanto, no representa ningún riesgo por contaminación del medio. En el proceso de decantación se formarán lodos cuyo contenido será de material del estrato rocoso, así como agua con aditivos biodegradables, los cuales se esparcirán aledañamente a las planillas de barrenación con la finalidad de facilitar la integración al suelo.

Referente al proceso de barrenación, el cual consiste en la realización de un barreno de 10 cm de diámetro en el estrato rocoso a una profundidad variable, se concluye que la alteración no representará un factor de inestabilidad o cambio relevante en la litología o geomorfología del SA, así mismo al final de cada exploración geológica, la boca de los barrenos será tapada con tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento para evitar su contaminación, así como el daño a la fauna; por lo anterior, las condiciones litológicas y geomorfológicas mantendrán características similares con las que cuentan actualmente.

Alusivo a la generación de residuos generados por el desarrollo de proyecto descrito, serán depositados en la localidad El Tecuan, área determinada por el municipio de Tamazula, Durango para su disposición final. El manejo de aceites y lubricantes empleados derivados del petróleo serán manipulados con todas las medidas necesarias, con la finalidad de evitar cualquier contaminación en el área, en caso de que la maquinaria de perforación requiera servicios de mantenimiento mayores, se realizarán en la localidad El Tecuan perteneciente a Tamazula, Durango, mientras que las reparaciones y servicios menores *in situ.*

En lo concerniente al rubro socio-económico, la realización del proyecto incentivará la derrama económica en los municipios de Badiraguato, Sinaloa y Tamazula, Durango; ya que el proyecto contempla la contratación de mano de obra local con la finalidad de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas del proyecto. De esta manera se incrementarán las actividades económicas de la región y, por ende, el poder adquisitivo y bienestar de los municipios anteriormente mencionados.

La percepción paisajística avistada que comprende el área de estudio es limitada en la zona, sin embargo, la realización perturbará en menor grado la calidad del paisaje, debido a que en el área existen asentamientos humanos cercanos, sin embargo, la realización perturbará en menor grado la calidad del paisaje debido a que en las áreas existe cobertura vegetal y el factor de la pendiente. De acuerdo a lo descrito previamente, la baja fragilidad visual que presenta la región dificulta cambios significativos en el SA por el desarrollo del proyecto, además de las medidas preventivas estipuladas que consisten en la reducción del impacto a la vegetación, colaboran a que cuando se concluya el proyecto, la calidad paisajística retome las condiciones preexistentes.

VII.II Programa de Vigilancia Ambiental

VII.II.1 Objetivo del programa

Identificar aspectos críticos desde la perspectiva ambiental, mediante la supervisión por parte del encargado de la barrenación, el cual, deberá definir estrategias, tomar decesiones o modificar actividades que pudieran presentar algún efecto al SA y que se encuentren vinculadas al proyecto.

VII.II.2 Estrategias de supervisión en el sitio del proyecto

El Gerente de Hidrogeología y Geología Ambiental del Servicio Geológico Mexicano concertará una reunión de trabajo con el responsable técnico de la barrenación para explicar a detalle las condicionantes ambientales a las que quedará sujeto el proyecto, estableciendo en conjunto metas y acuerdos sobre la manera en que ejecutará sus actividades, de tal forma, que tanto él como su equipo de trabajo se apeguen en sentido estricto a todas las especificaciones de la MIA.

El responsable técnico de la barrenación deberá supervisar cada una de las medidas de supervisión enlistadas a continuación durante el desarrollo del proyecto.

➢ Medidas de supervisión

a) Se vigilará que no haya quema de maleza derivado al acondicionamiento de planillas de barrenación.
b) Se prohibirá el uso de herbicidas y productos químicos durante el acondicionamiento de planillas de barrenación.
c) Se vigilará que el material vegetal (herbáceo), removido por las actividades de preparación de planillas, sea depositado en áreas de borde bien definidas para su incorporación al suelo.
d) Se vigilará de manera estricta la prohibición de la caza, captura, daño, molestia y comercialización de especies de flora y fauna silvestre dentro y en las inmediaciones del área del proyecto.
e) Se verificará que la máquina perforadora cuente con su mantenimiento con la finalidad de reducir la emisión de ruido, humos y gases a la atmósfera.
f) Se revisará permanentemente el cumplimiento del envió de los residuos sólidos urbanos generados por las actividades al sitio de disposición final con el que cuente la localidad El Tecuan, perteneciente al municipio de Tamazula, Durango.
g) Se constatará que se identifique un taller mecánico en la localidad El Tecuan, perteneciente al municipio de Tamazula, Durango para el mantenimiento y reparación del equipo, con lo cual, entre otros, se evitará la contaminación con hidrocarburos al suelo (aun cuando los vehículos no accedan hasta el área de estudio).
h) Se tomarán medidas preventivas para que en las labores de perforación no se barrene el manto freático; de suceder, la supervisión notificará por escrito a la Comisión Nacional del Agua.
i) Se vigilará que los mantenimientos del equipo de barrenación se realicen evitando derrames de aceites y grasas al suelo, conforme a la Norma, con lo cual se evitará la contaminación.
j) Se verificará periódicamente el estado de la señalización informativa en los caminos de uso común, a fin de mantener en conocimiento de los transeúntes sobre la realización de actividades de barrenación.
k) Se revisará que al final de los trabajos de exploración mediante barrenación, se limpien las áreas de trabajo y no quede ningún elemento ajeno al entorno paisajístico de la zona.

VII.II.3 Seguimiento y monitoreo

Teniendo en cuenta que las medidas de prevención, mitigación y compensación son la base del programa de vigilancia ambiental, recomendado en la Guía de SEMARNAT (2002b), su materialización sólo estará completa cuando, en su caso, se cuente con las condicionantes que establezca la autoridad. En la Tabla 51 se muestra el Programa de Vigilancia Ambiental de las actividades de mitigación del proyecto, enumeradas en la tabla anterior

Tabla 51. Programa de vigilancia ambiental.

Factor ambiental	Objetivos	Actividades	Unidades de medición y procedimiento	Periodo de monitoreo
Suelo	Suelo sin cobertura vegetal. Conservación del suelo removido. Erosión. Estabilización de planillas. Contaminación.	En las áreas donde únicamente se realizarán actividades de chapoleo, se evitará dejar áreas de terreno expuesto que faciliten la formación de escorrentías en épocas de lluvias. El retiro de la cubierta vegetal se realizará exclusivamente en las áreas proyectadas; se evitará afectar las superficies que no sean necesarias. Remover el mínimo necesario de suelo durante el despalme. Revisar permanentemente el cumplimiento de envío de los residuos sólidos urbanos generados por las actividades a sitios de disposición final en la localidad de El Tecuan, municipio de Tamazula, Durango. Revisión de las bitácoras de mantenimiento del equipo y vehículos.	Elaboración de reportes de monitoreo sobre el acondicionamiento de planillas de barrenación, en cuanto al estado del suelo y su cubierta vegetal, así como la supervisión para evitar la perturbación innecesaria de las áreas que se localicen fuera de los sitios operativos y, en dado caso, de la estabilización de superficies donde se realicen labores de estabilización de taludes por medio de despalme. - Registro fotográfico. Taller de educación ambiental respecto a la importancia del manejo de residuos y las consideraciones que debe de tomar en cuenta el personal para no contaminar la zona de trabajo. - Registro de asistencia. - Registro fotográfico. Elaboración de bitácoras del manejo de los desechos de residuos sólidos generados y del mantenimiento y/o reparación de la maquinaria. Generación de una base de datos de la información obtenida de reportes asimismo de fotografías documentadas en el sitio.	Se realizará mes con mes y de acuerdo con los avances del programa de barrenación.
Geología	Barrenos.	Los barrenos deberán ser tapados para evitar la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local.	Se realizará un registro fotográfico que muestre evidencia de que al término de las actividades de barrenación cada boca de barreno quedará tapada con tubo de PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento, evitando así la contaminación del medio rocoso y daños a la fauna local.	Se realizará de acuerdo con los avances del programa de barrenación.

Factor ambiental	Objetivos	Actividades	Unidades de medición y procedimiento	Periodo de monitoreo
Aire	Polvos. Ruido. Contaminación.	Mantenimiento maquinaria utilizada para así reducir la emisión de contaminantes. Uso de agua mezclada con aditivos biodegradables para disminuir la generación de polvo o partículas en suspensión.	Se realizarán bitácoras de mantenimiento de la maquinaria utilizada en las labores del proyecto, en las cuales se registrará el cumplimiento con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos. Durante la perforación, se usará agua mezclada con aditivos biodegradables para, además de procurar el enfriamiento, reforzamiento de las paredes y la estabilización de la barra perforadora, disminuir la generación de polvo o partículas en suspensión durante el proceso de barrenación. Esta acción es indispensable durante las labores de la perforación.	Se realizará mes a mes y de acuerdo con los avances del programa de barrenación.
Fauna	Protección de fauna silvestre. Avistamiento de fauna mediante métodos indirectos.	Prohibir la caza, captura, daño, molestia y comercialización de especies de fauna silvestre dentro y en las inmediaciones del área del proyecto. En caso de localizar especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se dará aviso a las autoridades correspondientes.	Taller de educación ambiental respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre y las consideraciones que debe de tomar en cuenta el personal. - Registro de asistencia. - Registro fotográfico. Elaboración de reportes de monitoreo en base a los registros de los individuos de fauna avistados. Generación de una base de datos de la información resultante de los registros y reportes generados al igual que anexos fotográficos.	Se realizará mes a mes y de acuerdo con los avances del programa de barrenación.
Vegetación	Cobertura vegetal	Supervisar que el material vegetal (herbáceo), removido por las actividades de preparación de planillas, sea depositado en áreas de borde bien definidas para su incorporación al suelo.	Informes de monitoreo y seguimiento de preparación de planillas, en los cuales se deberá considerar lo siguiente: - Medición del área de planillas de barrenación, con el fin de que cumplan las especificaciones mencionadas en la MIA. - Revisión de la forma de acondicionar las planillas de	Se realizará mes a mes y de acuerdo con los avances del programa de barrenación.

Factor ambiental	Objetivos	Actividades	Unidades de medición y procedimiento	Periodo de monitoreo
		Se prohíbe realizar quemas de maleza, utilizar herbicidas y productos químicos.	barrenación de manera tal, que sea de forma manual por medio de chapoleo y no por medio de métodos indirectos. - Revisión de las zonas donde se deposite el material vegetal removido. - Registro fotográfico. Taller de educación ambiental respecto de la importancia de la conservación de la flora, del cual se deberá tener: - Registro de asistencia. - Registro fotográfico. Generación de una base de datos digital de los documentos generados (Informes y registros).	

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido del área a barrenar, por parte del personal capacitado, así como, la elaboración de los informes de seguimiento que deberán ser presentados a los encargados de obra. En caso de que las medidas de mitigación o control resulten insuficientes o inadecuadas, se seguirá el esquema de trabajo de la Figura 41, con el fin de proponer nuevas medidas.

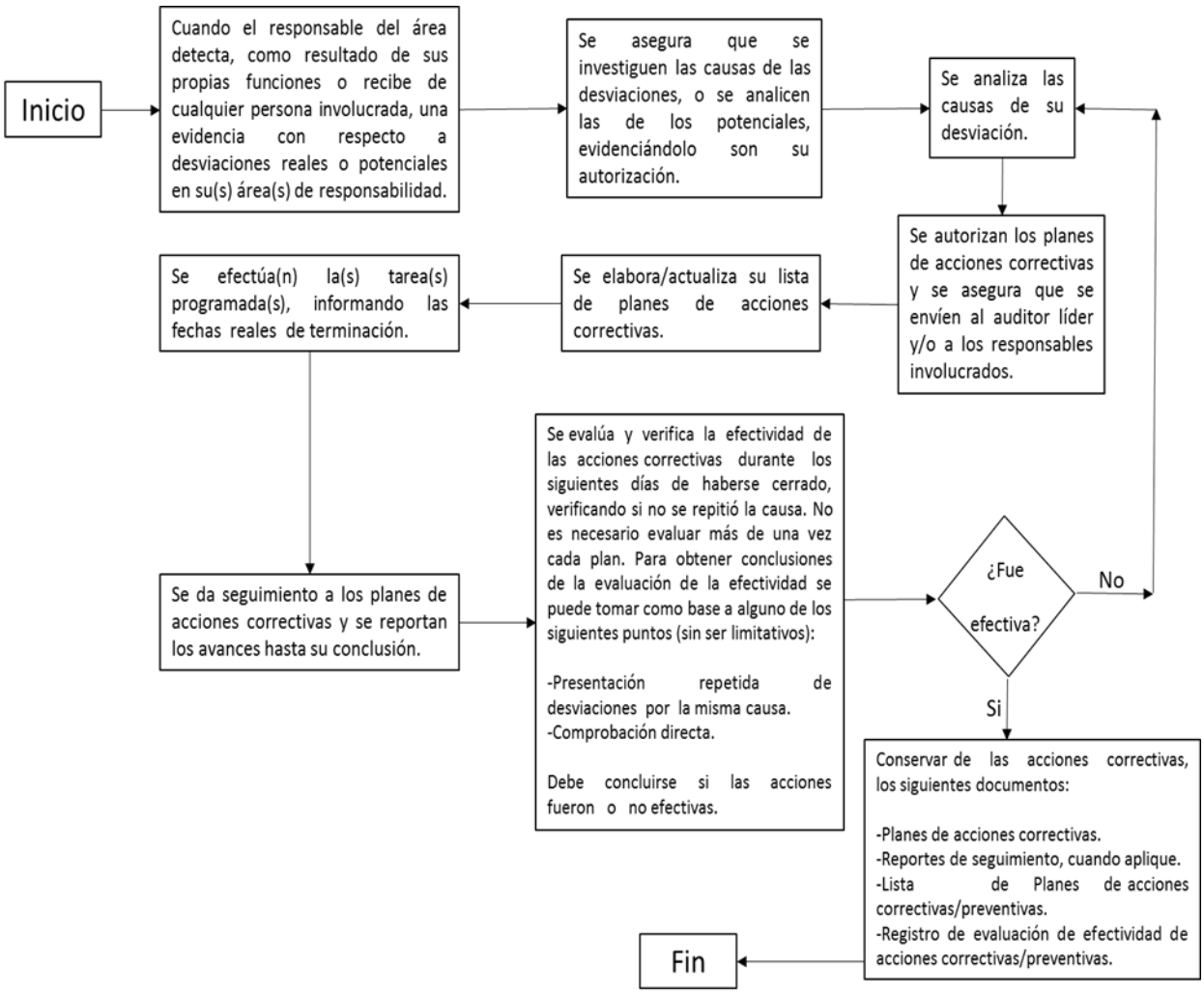


Figura 41. Esquema de la detección, análisis de causas e implementación de acciones.

VII.III Conclusiones

Derivado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto, se estima que los componentes ambientales: suelo, geología, aire, vegetación, fauna y paisaje, presentarán impactos ambientales negativos de importancia menor, temporales y reversibles, a excepción del estrato rocoso (geología) que, si bien, el impacto que presentará será menor como el resto de los componentes, no será así en la temporalidad ni en la reversibilidad, ya que al extraer el testigo de roca para analizarlos en laboratorios con el fin de identificar los grupos y elementos minerales de la región, quedará perturbado de manera permanente, sin embargo, con las medidas de mitigación, este componente no presentará alteración por agentes superficiales, ni presentará inestabilidad de su estructura, toda vez que el diámetro de la perforación será de 10 cm y la boca del barreno será tapada con tubo PVC (con tapa) y sellada con una pequeña losa de cemento.

Por otra parte, el desarrollo del proyecto impactará de manera positiva a la población de las localidades aledañas, puesto que se requerirá la contratación de ayudantes, la compra de servicios y productos, por lo que en una escala menor y de manera temporal, existirá una derrama económica proveniente de otra actividad económica que actualmente no existe en la región.

Si bien, la vegetación es el componente ambiental más susceptible de afectación por el desarrollo del proyecto, también es un hecho que el ecosistema tiene una capacidad de resiliencia importante, el SA presenta un bajo número de habitantes, tal es el caso de la localidad La Ventana y El Cordón, entre otros, lo que permite al ecosistema recuperarse del bajo nivel de antropización que pudiera sufrir.

Además, tomando en cuenta el número de las planillas de barrenación dentro del SA que sufrirán algún cambio por estabilidad de pendiente y pérdida de vegetación por el acondicionamiento del área para la máquina perforadora, serán mínimos, ya que 55 planillas en total presentan una pendiente mayor de 15° por lo que llegarán a necesitar de nivelación del terreno para las actividades de perforación, y las otras cinco planillas tendrán perturbaciones poco significativas en la vegetación.

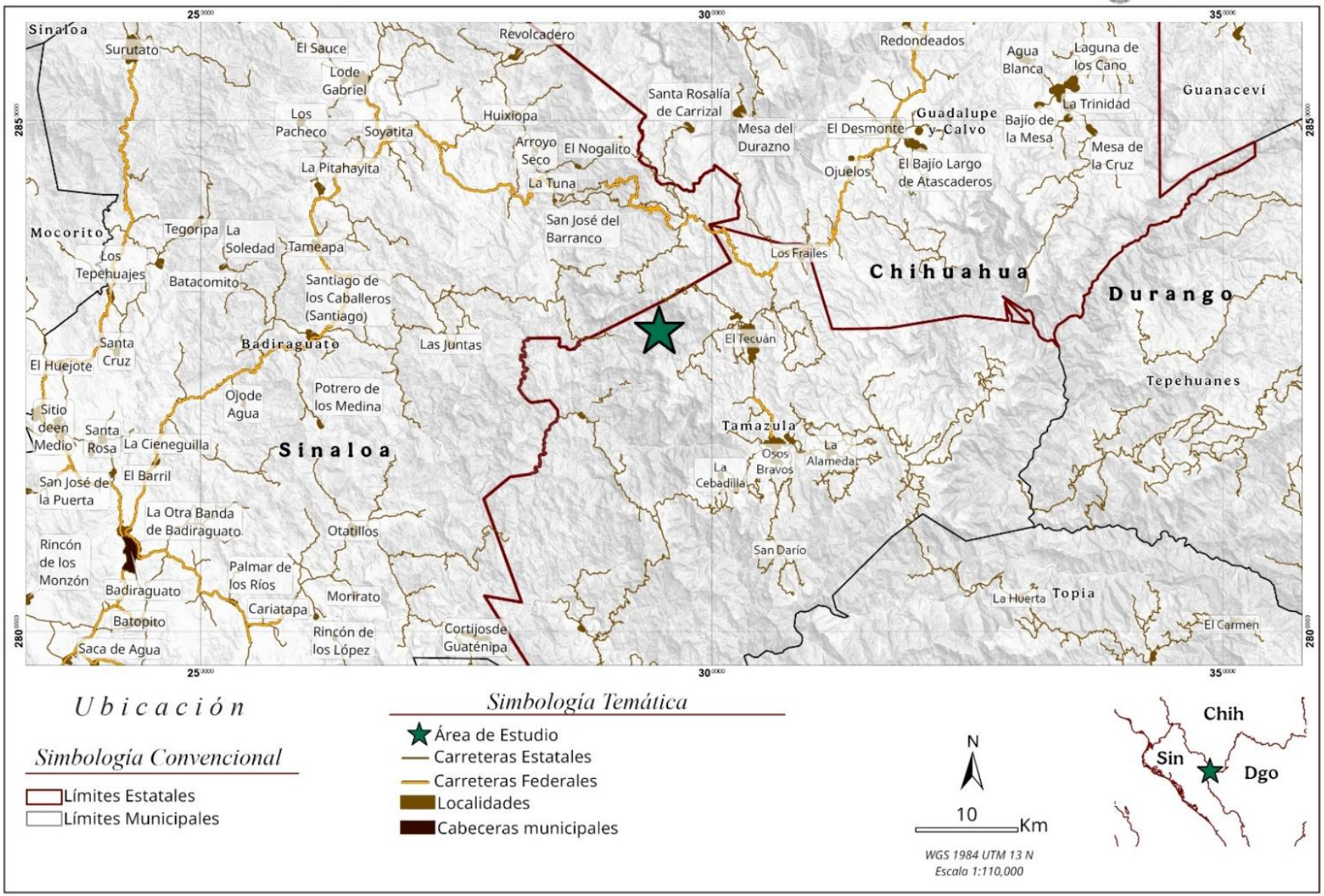
Por todo lo anterior y considerando la naturaleza localizada del proyecto de exploración, se estima que en el corto a mediano plazo los sitios que hayan sido acondicionados en su cobertura vegetal, recuperen sus individuos herbáceos perturbados, a través de la siguiente etapa de sucesión vegetal.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

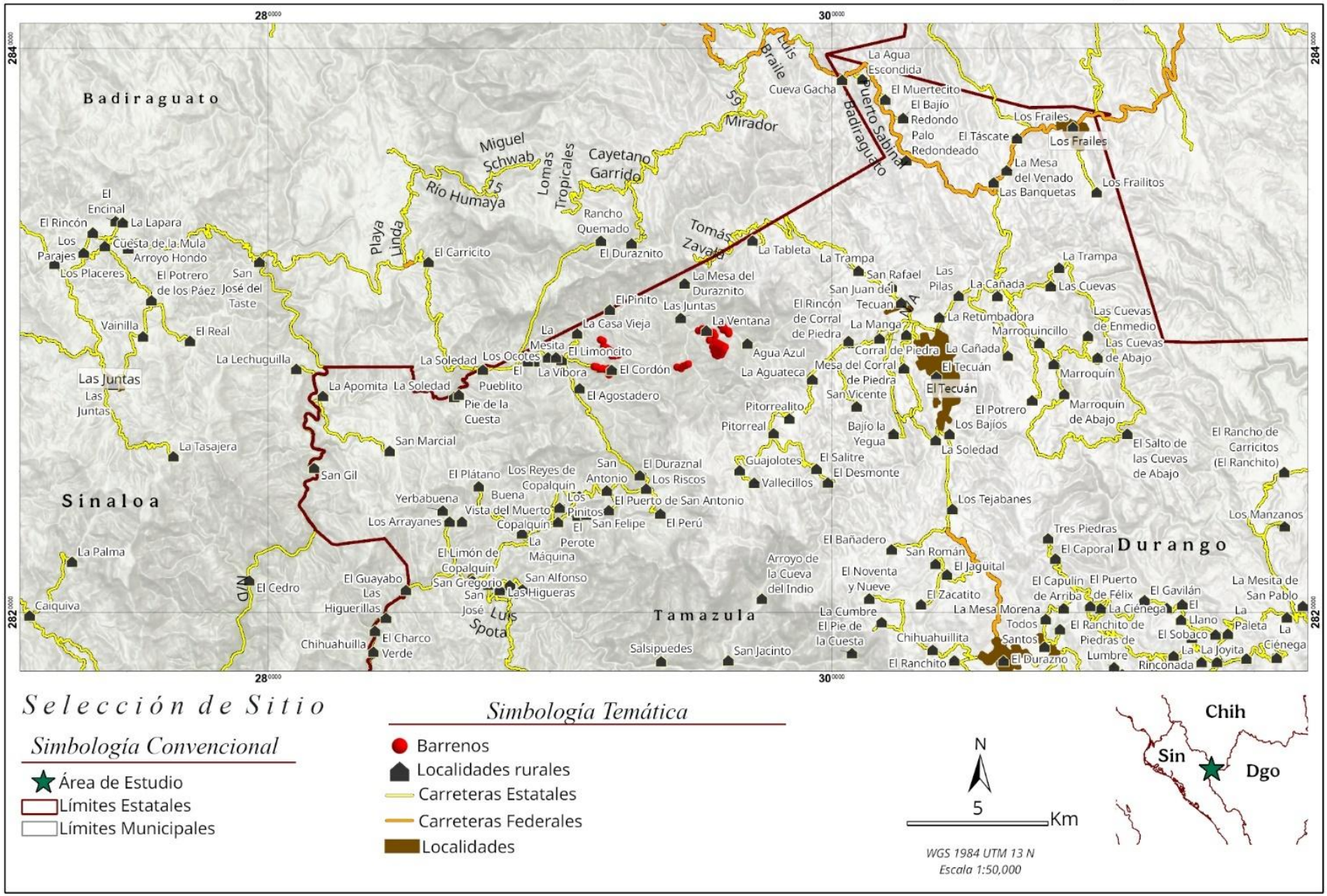
VIII.I Planos definitivos

.

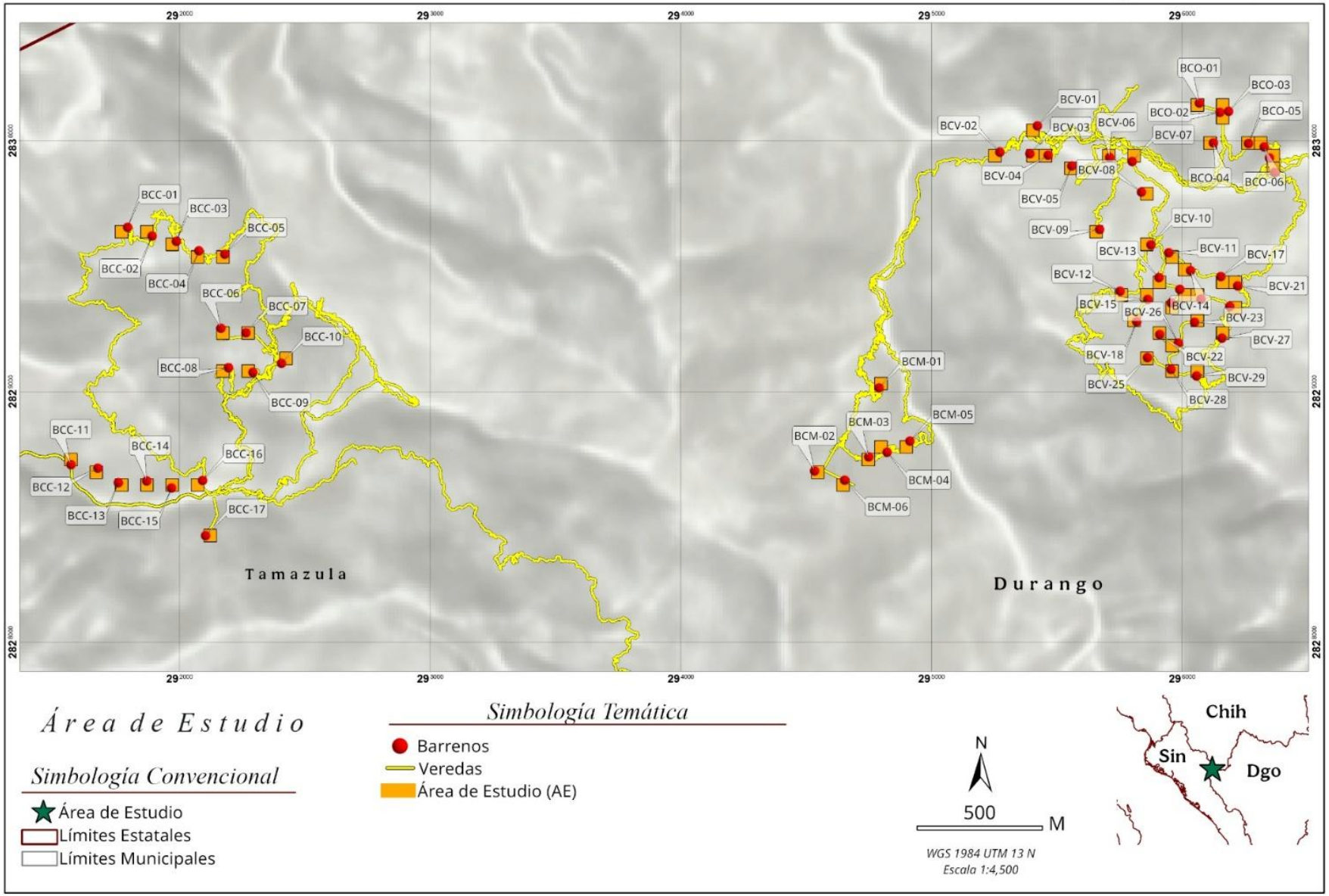
Manifestación de Impacto Ambiental La Soledad



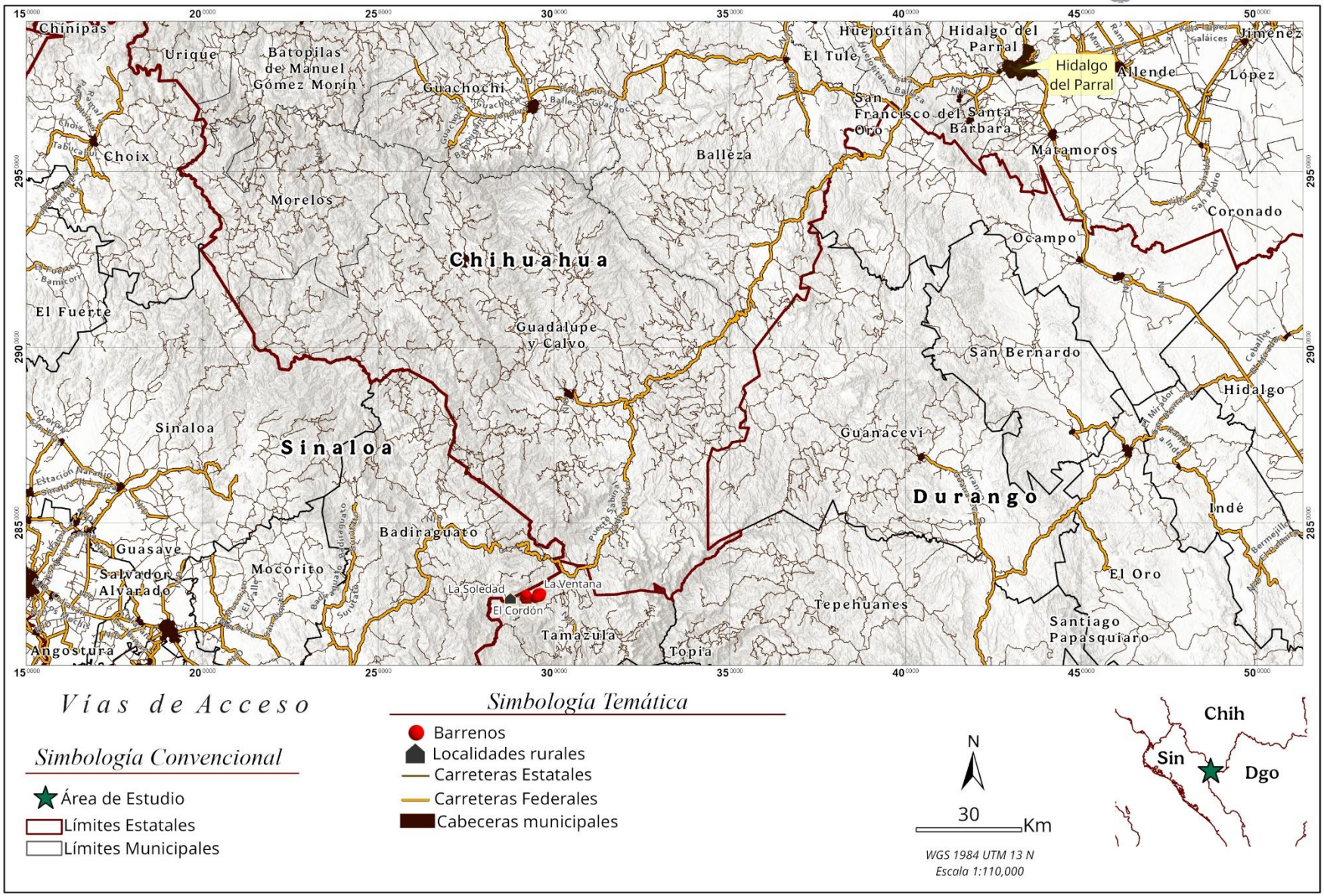
Manifestación de Impacto Ambiental La Soledad

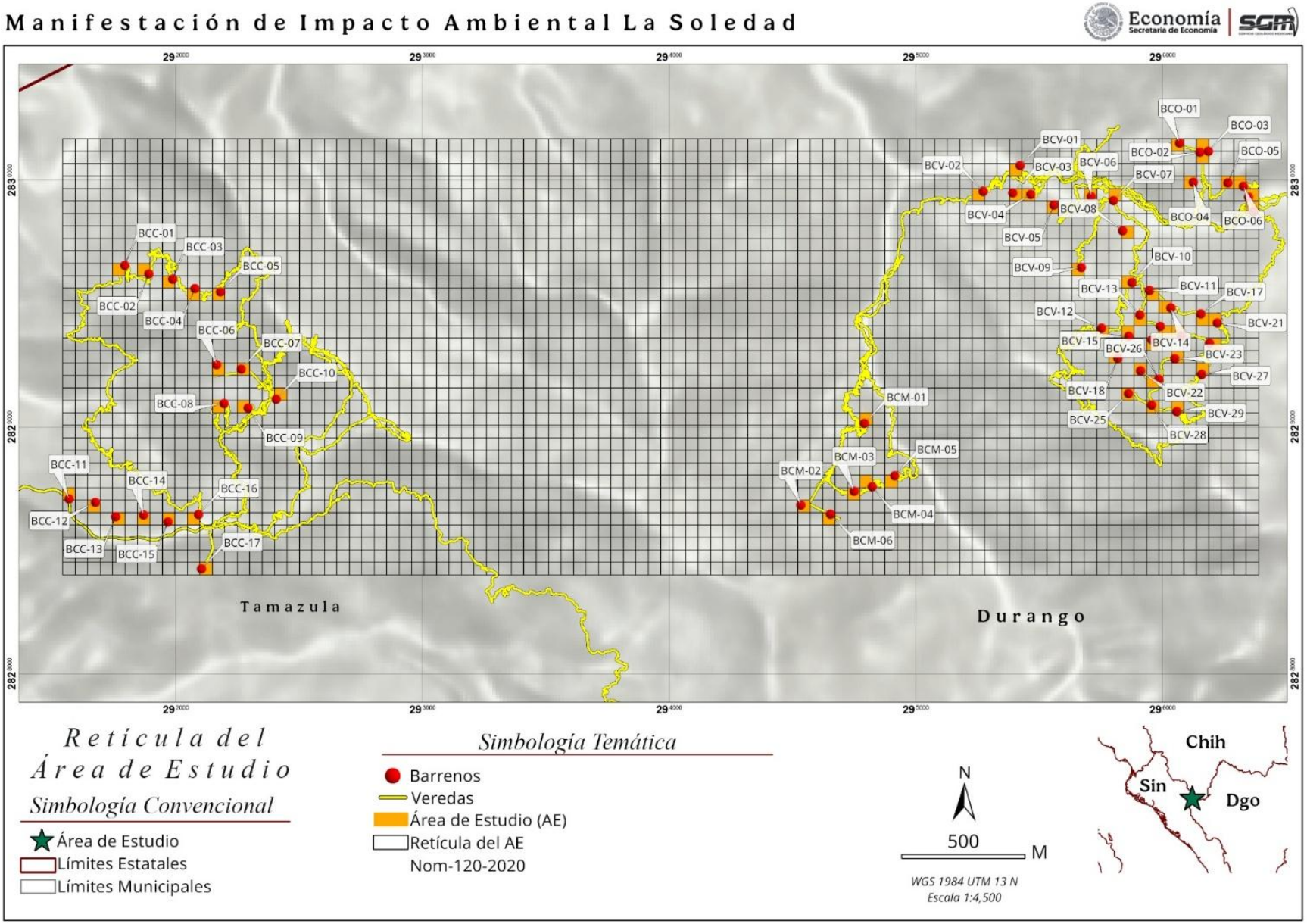


Manifestación de Impacto Ambiental La Soledad



Manifestación de Impacto Ambiental La Soledad




Manifestación de Impacto Ambiental La Soledad
Economía
Secretaría de Economía
SGM
BCC-01
BCC-02
BCC-03
BCC-04
BCC-05
BCC-06
BCC-07
BCC-08
BCC-09
BCC-10
BCC-11
BCC-12
BCC-13
BCC-14
BCC-15
BCC-16
BCC-17
BCO-01
BCO-02
BCO-03
BCO-04
BCO-05
BCO-06
BCV-01
BCV-02
BCV-03
BCV-04
BCV-05
BCV-06
BCV-07
BCV-08
BCV-09
BCV-10
BCV-11
BCV-12
BCV-13
BCV-14
BCV-15
BCV-17
BCV-18
BCV-21
BCV-22
BCV-23
BCV-25
BCV-26
BCV-27
BCV-28
BCV-29
BCM-01
BCM-02
BCM-03
BCM-04
BCM-05
BCM-06
Tamazula
Durango
Retícula del Área de Estudio
Simbología Convencional
Área de Estudio
Límites Estatales
Límites Municipales
Simbología Temática
Barrenos
Veredas
Área de Estudio (AE)
Retícula del AE
Nom-120-2020
N
500
M
WGS 1984 UTM 13 N
Escala 1:4,500
Chih
Sin
Dgo

VIII.II Fotografías

Recorridos



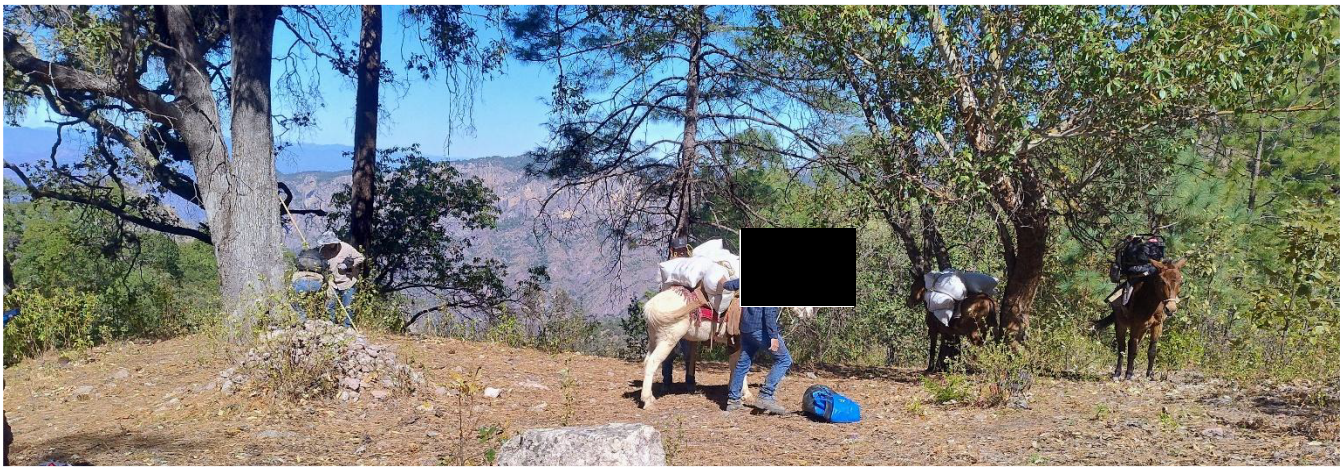


















Geología











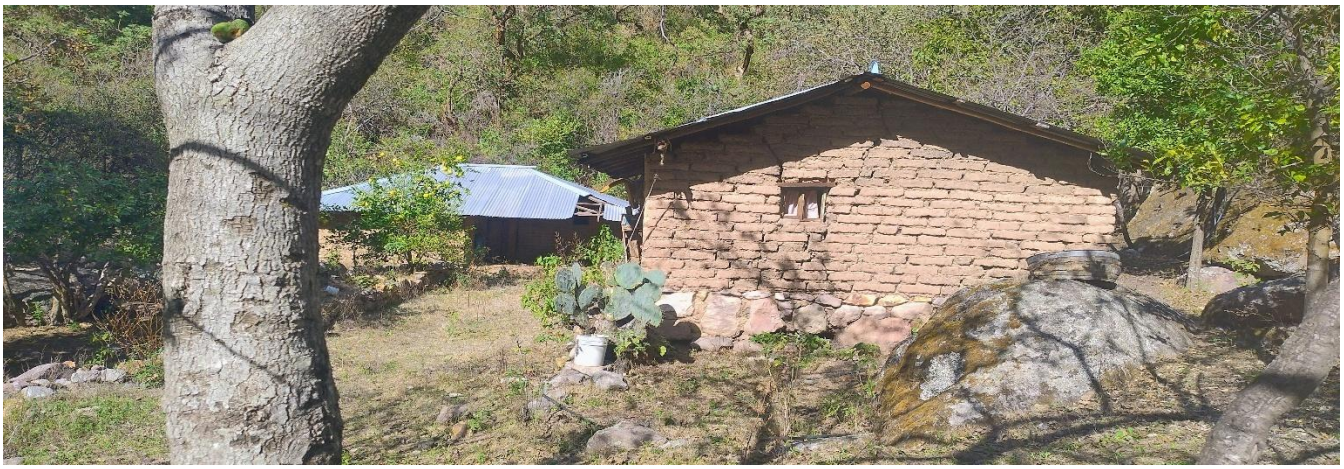
Ganadería







Infraestructura













Materiales y Métodos











Equipo de trabajo















VIII.III Lista de flora y fauna

En la Tabla 52 se menciona la flora de posible incidencia en el Sistema Ambienta del proyecto propuesto para barrenación.

Tabla 52. Listado de Flora en el SA.

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreas	Asteraceae	*Montanoa leucantha* **	Talaco	Sin estatus
	Burseraceae	*Bursera fagaroides* *	Torote	Sin estatus
	Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens* **	Cazahuate blanco	Sin estatus
	Ericaceae	*Arbutus glandulosa* **	Madroño	Sin estatus
		Arbutus tessellata **	Madroño mexicano	Sin estatus
		Arbutus xalapensis *	Guayabillo	Sin estatus
	Fabaceae	*Acacia pennatula* **	Tepame	Sin estatus
		Acaciella angustissima **	Guajillo	Sin estatus
		Cajanus cajan **	Frijol de palo	Sin estatus
	Fagaceae	*Quercus albocincta* **	Roble	Sin estatus
		Quercus castanea **	Encino capulincillo	Sin estatus
		Quercus confertifolia *	Encino blanco	Sin estatus
		Quercus carssifolia **	Encino colorado	Sin estatus
		Quercus microphylla **	Encino enano	Sin estatus
		Quercus obtusata **	Oreja de burro	Sin estatus
		Quercus rugosa **	Encino quiebra hacha	Sin estatus
		Quercues sideroxyla **	Chaparro	Sin estatus
	Pinaceae	*Abies neodurangensis* *	Oyamel norteño	Sin estatus
		Pinus engelmannii *	Pino apache	Sin estatus
		Pinus devoniana *	Pino escobetón	Sin estatus
		Pinus leiophylla *	Pino chimonque	Sin estatus
		Pinus lumholtzii **	Pino triste	Sin estatus
		Pinus oocarpa *	Pino ocote	Sin estatus
		Pinus pseudostrobus *	Pino lacio	Sin estatus
		Pinus rudis **	Ocote	Sin estatus
		Pinus teocote **	Pino azteca	Sin estatus
	Verbenaceae	*Lippia umbellata* **	Hierba dulce	Sin estatus
Arbustivas	Asteraceae	*Baccharis pteronioides* **	Escobilla	Sin estatus
		Baccharis salicina **	Bacharis	Sin estatus
		Critonia hospitalis **	Tabaquillo	Sin estatus
		Critoniopsis triflosculosa *	Siete pelejos	Sin estatus
		Decachaeta haenkeana **	Clarín	Sin estatus
		Roldana candicans *	Hediondilla	Sin estatus
		Vernonia liatroides *	Tacote	Sin estatus
	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens* **	Pingüica	Sin estatus
	Fabaceae	*Mimosa aculeticarpa* **	Espino	Sin estatus
		Mimosa biuncifera **	Garabatillo	Sin estatus
		Senna pallida **	Abejón	Sin estatus
	Grossulariaceae	*Ribes mescalerium* *	Grosella mesccalera	Sin estatus
	Hydrangeaceae	*Hydrangea seemannii* *	Mehhiko hortensia	Sin estatus

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Lamiaceae	*Salvia regla* **	Aretillo	Sin estatus
	Ranunculaceae	*Clematis dioica* **	Barba de chivo	Sin estatus
	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana* **	Tullidora	Sin estatus
	Sapindaceae	*Dodonaea viscosa* **	Chapulixtle	Sin estatus
	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata* **	Lengua de toro	Sin estatus
	Solanaceae	*Solanum torvum* **	Amaclancle	Sin estatus
	Verbenaceae	*Lantana canescens* **	Hierba de javillas	Sin estatus
Herbáceas	Asteraceae	*Ageratina acevedoana* *	Hierba de golpe	Sin estatus
		Ageratina adenophora **	Flor de espuma	Sin estatus
		Ageratina petiolaris ***	Amargocilla	Sin estatus
		Baccharis heterophylla ***	Escoba chica	Sin estatus
		Bartlettina karwinskiana ***	Té hierba	Sin estatus
		Elephantopus mollis ***	Cebadilla	Sin estatus
		Erigeron longipes ***	Chalchuán	Sin estatus
		Guardiola rosei *	Hierba de la virgen	Sin estatus
		Heterotheca subaxillaris ***	Falso alcanfor	Sin estatus
		Packera bellidifolia *	Calancapatle	Sin estatus
		Psacalium eriocarpum ***	Camote	Sin estatus
		Pseudognaphalium canescens ***	Manzanilla del río	Sin estatus
		Stevia serrata *	Burrillo	Sin estatus
		Tagetes lucida ***	Pericón	Sin estatus
		Symphyotrichum potosinum *	Santa Rita Mountain aster	Sin estatus
	Campanulaceae	*Lobelia fenestralis* **	Cola de zorra	Sin estatus
	Convolvulaceae	*Evolvulus alsinoides* ***	Pico de pájaro	Sin estatus
	Crassulaceae	*Graptopetalum filiferum* *	Graptopétalo	Sin estatus
	Fabaceae	*Crotalaria mollicula* ***	Chipilín de monte	Sin estatus
		Crotalaria pumila ***	Chipil	Sin estatus
		Crotalaria sagittalis ***	Sonajilla	Sin estatus
		Dalea foliolosa **	Almaraduz	Sin estatus
		Desmodium grahamii **	Pegarropa	Sin estatus
		Eriosema crinitum ***	Eriosema	Sin estatus
		Eriosema diffusum ***	Sand peas	Sin estatus
	Heliotropaceae	*Heliotropium procumbens* **	Cola de alacrán	Sin estatus
	Lamiaceae	*Clinopodium vulgare* ***	Albahaca morada	Sin estatus
		Ocimum campechianum **	Albahaca de monte	Sin estatus
		Salvia elegans ***	Hierba del burro	Sin estatus
		Salvia lavanduloides ***	Alucema	Sin estatus
		Salvia polystachya *	Romerillo	Sin estatus
	Orobanchaceae	*Castilleja arvensis* ***	Cresta de gallo	Sin estatus
		Conopholis alpina *	Elotes de coyote	Sin estatus
	Poaceae	*Muhlembergia robusta* ***	Zacate de escobillas	Sin estatus
		Muhlenbergia tenuifolia *	Zacate espinilla	Sin estatus
		*Bouteloua curtipendula***	Pasto Banderita	Sin estatus
	Rosaceae	*Potentilla anserina* **	Hierba plateada	Sin estatus

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia* ***	Aretillo	Sin estatus
		Richardia scabra ***	Sangre de toro	Sin estatus
Cactáceas	Cactaceae	*Echinocereus ortegae* *	Alicoche de Tamazula	Sin estatus
		Echinocereus olyacanthus *	Alicoche de la Sierra Madre Occidental	Sin estatus
		Echinocereus topiensis *	Alicoche huichol	Sin estatus
		Opuntia leucotricha *	Nopal duraznillo	Sin estatus
Criptógamas	Hedwigiaceae	*Braunia secunda* **	Musgo	Sin estatus
	Parmeliaceae	*Flavoparmelia caperata* **	Líquen escudo verde	Sin estatus
	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum* **	Helecho águila	Sin estatus

En la Tabla 53 se menciona la fauna de posible incidencia y avistada en el Sistema Ambienta del proyecto propuesto para barrenación.

Tabla 53. Listado de Fauna en el SA.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
Anfibios	Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra de la Sierra Madre Occidental	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Ambystoma velasci	Salamandra tigre de meseta	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
	Hylidae	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	Apéndice II	LC
	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	-	LC
	Cathartiformes	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	LC
	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma encinera	-	-	LC
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-	LC
	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	-	-	LC
	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	-	-	LC
	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Cócono	-	-	LC
	Picidae	*Dryobates arizonae*	Carpintero de Arizona	-	-	-
	Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorra serrana occidental	En Peligro de Extinción (P)	Apéndice I	En Peligro (EN)
	Strigidae	*Aegolius acadicus*	Tecolote oyamelero norteño	-	Apéndice II	LC
		Strix occidentalis	Búho moteado	Amenazada (A)	-	Casi Amenazado (NT)
	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	-	LC
Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	LC

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja UICN
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	-	LC
	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	-	LC
	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	-	-	LC
		Peromyscus melanotis	Ratón orejas negras	-	-	LC
	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo	-	-	LC
		Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	-	-	-
	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris	-	-	LC
	Felidae	*Lynx rufus*	Lince americano	-	Apéndice II	LC
		Puma concolor	Puma	-	Apéndice II	LC
	Geomyidae	*Megascapheus umbrinus*	Tuza	-	-	LC
	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	-	LC
		Sylvilagus holzneri	Conejo de las montañas manzano	-	-	-
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	LC
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí norteño	-	Apéndice III	LC
		Procyon lotor	Mapache	-	-	LC
	Tayassuidae	*Tayassu pecari*	Pecarí de labios blancos	-	Apéndice II	VU (Vulnerable)
		Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	-	-	LC
	Sciuridae	*Sciurus aberti*	Ardilla de Abert	-	-	LC
	Vespertilionidae	*Myotis thysanodes*	Murciélago ratón peludo	-	-	LC
Reptiles	Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Lagarto de chaquira	Amenazada (A)	Apéndice II	LC
	Natricidae	*Thamnophis rufipunctatus*	Culebra de agua de cabeza angosta	-	-	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Sceloporus jarrovii	Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental	-	-	LC
	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Cascabel del Pacífico	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Crotalus pricei	Cascabel de manchas gemelas	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC
		Crotalus willardi	Cascabel de nariz surcada de la Sierra Madre Occidental	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-	LC

VIII.IV Otros Anexos

Anexo I. Ubicación del área de estudio

Anexo II. Presentación de la documentación legal

Anexo III. Coordenadas de los vértices del área del proyecto

Anexo IV. Plano general de las obras proyectas

Anexo V. Fichas técnicas de las especies de flora observadas

Anexo VI. Ficha de muestreo de vegetación

Anexo VII Memoria de cálculo del muestreo de vegetación

Anexo VIII. Ficha de muestreo de fauna

Anexo IX Fichas técnicas de las especies de fauna observadas

Anexo X Propagación vegetativa en planillas de barrenación

Anexo XI Memoria fotográfica

VIII.V Glosario de términos

Abiótico: Término vinculado con la biología, que hace referencia a aquel medio en el que no es posible la vida. La palabra abiótico, nombra lo opuesto a lo biótico y permite referirse a lo que no forma parte o no es producto de los seres vivos.

Afectación: Cualquier área o porcentaje de alteración donde se realizarán actividades de exploración, englobando las áreas por rehabilitar, de apertura o acondicionamiento, dicho término proviene de los numerales 4.1 al 4.3 de la NOM-120-SEMARNAT-2020.

Altitud: En geografía, altura de un punto de la Tierra con relación al nivel del mar.

Antropización: Es la transformación que ejerce el ser humano sobre el medio, ya sea biótico y/o abiótico.

Aprovechamiento forestal: Extracción planificada y legal de los productos maderables y no maderables de los ecosistemas forestales.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Barrenación: Perforación cilíndrica de diámetro pequeño y considerable profundidad sobre roca o suelo mediante instrumentos especiales de perforación.

Boca del barreno: Entrada del orificio de un barreno.

Campamento: En minería, 1. Una colonia de mineros asentados temporalmente cerca de una mina o a un distrito minero. 2. Término impropiamente aplicado a cualquier pueblo minero. 3. Instalaciones donde pernocta el personal que labora en una mina.

Chapoleo: Se le denomina así a la acción de limpiar con el machete la tierra de malezas y hierbas de un terreno.

Componentes ambientales: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Desequilibrio ecológico: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Despalme: Es la extracción y el retiro de la capa superficial del terreno natural.

Ecosistema: Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.

Equilibrio ecológico: Estado al que tiende todo ecosistema en condiciones naturales, y en el que la cantidad total de energía acumulada por los productores es igual a la energía consumida y disipada por el sistema.

Edafología: Ciencia que estudia la naturaleza y propiedades de los suelos con relación a la producción vegetal.

Efecto sinérgico: Se produce cuando la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias de un solo agente.

Erosión: El proceso físico consistente en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por la acción del viento, agua y procesos geológicos.

Estrato: Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

Geología: El estudio del planeta Tierra, los materiales de que está compuesta, los procesos que actúan sobre esos materiales, los productos formados y la historia del planeta y sus formas de vida desde el origen.

Geología económica: Estudia los procesos formadores de depósitos minerales, así como su evaluación y las técnicas para su búsqueda y explotación.

Geomorfología: Es la ciencia que trata con la configuración general de la superficie de la Tierra; específicamente, es el estudio de clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de las formas actuales de la Tierra y su relación con las estructuras que subyacen, y de la historia de los cambios geológicos como han quedado registrados con estos rasgos superficiales. En los Estados Unidos, este término ha llegado a remplazar al término "Fisiografía" y es usualmente considerado como una rama de la geología; en Inglaterra, como una rama de la geografía. Incluye geodesia, y geología estructural y dinámica.

Hidrología subterránea: estudia el almacenamiento, circulación y distribución de las aguas terrestres en las zonas saturada y no saturada de las formaciones geológicas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, sus interacciones con el medio físico y biológico y sus reacciones a la acción del hombre.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Núcleo: Consiste en una muestra de roca tomada del pozo a una profundidad específica, por medios especiales, preservando su estructura geológica y sus características fisicoquímicas de la mejor manera posible, con la finalidad de realizar análisis geológicos.

Obras exploratorias: Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos minerales, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan.

Patio de maniobras: Área exterior ubicada en la entrada de un pozo (o) mina en la que se instala la maquinaria y equipo necesario para la ejecución de la obra.

Planilla de barrenación: Superficie para la instalación de equipo y materiales accesorios, en donde se llevarán a cabo actividades de exploración por cualquier método de barrenación.

Post-operación: Puesta fuera de servicio en condiciones seguras una vez terminada su vida útil.

Rehabilitación: Acciones destinadas a devolver a los terrenos degradados la posibilidad de soportar uno o más usos del suelo, sin perjuicio del medio ambiente.

Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus 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.

Resiliencia: Se refiere a la habilidad y capacidad que tienen los ecosistemas de absorber, amortiguar y resistir los cambios abióticos y bióticos que ocurren después de las perturbaciones de origen natural o antropogénico.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Talud: Término que se utiliza para designar a la acumulación de fragmentos de roca partida en la base de paredes de roca, acantilados de montañas, o cuencas de valles. Estos depósitos típicamente poseen una forma cóncava hacia arriba, mientras que la máxima inclinación de tales depósitos corresponde al ángulo de reposo correspondiente al tamaño promedio de las rocas que lo componen.

Yacimiento: Es una acumulación natural de una sustancia mineral o fósil, cuya concentración excede el contenido normal de una sustancia en la corteza terrestre (que se encuentra en el subsuelo o en la superficie terrestre) y cuyo volumen es tal que resulta interesante desde el punto de vista económico, utilizable como materia prima o como fuente de energía. 2. Es una concentración de elementos minerales, cuyo grado de concentración o ley mineral hace que sea económicamente rentable su explotación. 3. Lugar donde se encuentra una sustancia o unos objetos determinados, por ejemplo, yacimiento de minerales, yacimiento de petróleo, yacimiento de fósiles.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez M. (1958). *Provincias Fisiográficas de la República Mexicana* (p. 12). Manuscrito elaborado en ocasión del XX Congreso Geológico Internacional.

Bautista. (2011a). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México*.

Bautista. (2011b). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México*.

Bedolla García, B. Y., Parra Contreras, M., Cultid Medina, C., Hernández Ledesma, P., Sánchez Ken, J. G., & Steinmann, V. (2024). *Flora melífera de Huecorio, Michoacán.* (Primera edición). Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío. https://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/GuiadeCampo_10102024.pdf

Bruni, D. (2016). Landscape Quaility and Sustainability Indicators. . *Elsevier Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *8*, 698–705.

Bustos-Brito, C., Andrade-Cetto, A., Giraldo-Aguirre, J. D., Moreno-Vargas, A. D., & Quijano, L. (2016). Acute hypoglycemic effect and phytochemical composition of Ageratina petiolaris. *Journal of Ethnopharmacology*, *185*, 341–346. https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.048

Campa, M. F., & Coney, P. J. (1983). Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. *Canadian Journal of Earth Sciences*, *20*(6), 1040–1051. https://doi.org/10.1139/e83-094

Carrasco-Centeno, M. L. (1973). *Prospección por cobre, molibdeno y tungsteno en el intrusivo de San José del Desierto. Municipio de Tamazula, Durango: Seminario sobre Exploración Geológico Minera.* Consejo de Recursos Naturales No Renovables.

CENAPRED. (2003). *"Ciclones Tropicales" de la serie Fascículos* (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ed.; Primera edición). https://www.gob.mx/cenapred/documentos/fasciculo-ciclones-tropicales

CENAPRED. (2020a). *Mapa Nacional de susceptibilidad de Laderas* (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ed.). Sistema Nacional de Información Sobre Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CENAPRED. (2020b). *Mapa Nacional de susceptibilidad de Laderas* (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ed.). Sistema Nacional de Información Sobre Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CENAPRED. (2026). *Atlas Nacional de Riesgos* (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ed.). Sistema Nacional de Información Sobre Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CICESE-CLICOM. (2026). *Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN a través de su plataforma web del CICESE* (B. C. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ed.). https://cucapa-clicom.cicese.mx/

Cifuentes P. (1979). La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al valle del río Tiétar. In *Tesis Doctoral Universidad Politécnica, Madrid.*

CITES. (2026). *Appendices I, II and III* (CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA, Ed.). https://cites.org/eng/app/appendices.php

CONABIO. (1998a). *Carta climática. Escala 1:1,000,000, México* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/clima1mgw.html

CONABIO. (1998b). *Carta climática. Escala 1:1,000,000, México.* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.).

CONABIO. (2008). *Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1000000.* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rtp1mgw.html

CONABIO. (2011). *Regiones Hidrológicas Prioritarias. Escala 1:4000000* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rhpri4mgw.html

CONABIO. (2015a). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. AICA 237 - Pericos* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_237

CONABIO. (2015b). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. AICA-255 Corredor de Barrancas de la Sierra Madre Occidental* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_255

CONABIO. (2015c). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Escala: 1:250000.* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/aicas15gw.html

CONABIO. (2017a). *Regiones Hidrológicas Prioritarias: RHP-20 Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_020.html

CONABIO. (2017b). *Regiones Terrestres Prioritarias: RTP-24 Río Humaya* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_024.pdf

CONABIO. (2019a). *Lantana canescens. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/167849-lantana-canescens

CONABIO. (2019b). *Lippia umbellata. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/167888-lippia-umbellata

CONABIO. (2020a). *Acaciella angustissima* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/172606-acaciella-angustissima

CONABIO. (2020b). Baccharis heterophylla. In Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.), *Enciclovida*. https://enciclovida.mx/especies/181387-baccharis-heterophylla

CONABIO. (2020c). *Quercus albocincta. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/150683-quercus-albocincta

CONABIO. (2021). Arctostaphylos pungens. In Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.), *Enciclovida*. https://enciclovida.mx/especies/164023-arctostaphylos-pungens

CONABIO. (2022). *Pteridium aquilinum. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/151840-pteridium-aquilinum

CONABIO. (2025a). *Acacia pennatula* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/155103-acacia-pennatula

CONABIO. (2025b). *Acacia pennatula. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/155103-acacia-pennatula

CONABIO. (2025c). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONABIO. (2025d). *Heterotheca subaxillaris. Enciclovida.* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad., Ed.). https://enciclovida.mx/especies/184621

CONABIO. (2025e). *Pinus teocote. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/155307-pinus-teocote

CONABIO. (2025f). *Pseudognaphalium canescens. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/179867-pseudognaphalium-canescens

CONABIO. (2026a). *Bouvardia ternifolia. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/166971-bouvardia-ternifolia

CONABIO. (2026b). *Castilleja arvensis. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/153632-castilleja-arvensis

CONABIO. (2026c). *Crotalaria pumila. Enciclovida.* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). https://enciclovida.mx/especies/188031-crotalaria-pumila

CONABIO. (2026d). *Senna pallida. Enciclovida.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/187655-senna-pallida

CONAFOR. (2010). *Manual de prácticas para la restauración de ecosistemas forestales.*

CONAGUA. (2021). *Programa Hídrico Regional 2021-2024, Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Programas Hídricos Regionales 2021 - 2024. https://www.gob.mx/conagua/documentos/programas-hidricos-regionales-2021-2024

CONAGUA. (2023a). *Actualización de la disponibilidad media de aguas superficiales de los sistemas de cuencas: Río Elota, Río Quelite, Río Mocorito, Río San Lorenzo, Río Culiacán, Río Piaxtla, Río Sinaloa y Río Pericos de la región hidrológica 10 Sinaloa.* (Comisión Nacional del Agua, Ed.).

CONAGUA. (2023b). *Atlas del Agua en México 2023* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Portal de Publicaciones. Sistema Nacional de Información del Agua. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/port_publicaciones.html

CONAGUA. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Culiacán (2504), Estado de Sinaloa* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2504.pdf

CONAGUA. (2025). *Indicadores de la calidad del agua superficial a nivel nacional. Periodo 2012-2024* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

CONAGUA. (2026). *Situación de los recursos hídricos* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Sistema Nacional de Información del Agua 3.0. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/

CONAGUA-SMN. (2026a). *Información Estadística Climatológica* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Servicio Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/es/

CONAGUA-SMN. (2026b). *Monitor de Sequía de México* (Comisión Nacional del Agua, Ed.). Servicio Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

CONANP. (2026). *Carta de Áreas Naturales Protegidas.* (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Ed.). http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm

Ferrari, L., Valencia Moreno, M., & M. & Bryan, S. (2005a). Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. In *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (Vol. 57, Issue 3, pp. 343–378). https://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v57n3/1405-3322-bsgm-57-03-343.pdf

Ferrari, L., Valencia Moreno, M., & M. & Bryan, S. (2005b). Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. In *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (Vol. 57, Issue 3, pp. 343–378). https://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v57n3/1405-3322-bsgm-57-03-343.pdf

FMCN, C. U. & USFS. (2018). *Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas*. www.gob.mx/conaforwww.usfs.gov

Franco, J. D. la C. C. R. N. F. A. B. (1989). *Manual de Ecología* (pp. 22–30).

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* . Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía.

Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 146–194). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511753398.007

Gompper, K. R. L. B. & Cryan. (2006). *A Comparison of Noninvasive Techniques to Survey Carnivore Communities in Northeastern North America. Wildlife Society Bulletin* (p. 34). https://www.originalwisdom.com/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2019/03/Gompper-et-al_2006_Comparison_survey_techniques_carnivores_NE_NA.pdf

González Bernáldez Fernando. (1981). *Ecología y Paisaje*. 256.

Gorchov, D. L., L., C., F., A., & Jaramillo, M. (1993). The role of seed dispersal in the natural regeneration of tropical forest: Lessons from studies with Cecropia. . *Forest Ecology and Management*, *55*, 45–54. https://doi.org/10.1016/0378-1127(93)90046-A

Herrera. (1974). *Muhlenbergia robusta (E. Fourn.) Hitchc.* https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/catalogue/398054?utm_source=chatgpt.com

IMTA. (2019). *¿Qué son las sequías?* (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Ed.). https://www.gob.mx/imta/articulos/que-son-las-sequias?idiom=es

iNaturalist. (2026). *Flor de Espuma (Ageratina adenophora)*. https://www.inaturalist.org/taxa/64114-Ageratina-adenophora

INEGI. (1990). *Censo de Población y Vivienda 1990* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/

INEGI. (1995). *Censo de Población y Vivienda 1995* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1995/

INEGI. (2000). *Censo de Población y Vivienda 2000* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/

INEGI. (2001a). *Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos Conjunto Nacional serie 1 Sistemas topoformas* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582

INEGI. (2001b). *Diccionario de datos fisiográficos (vectorial) escala 1:1,000,000,* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.).

INEGI. (2003). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.).

INEGI. (2010a). *Censo de Población y Vivienda 2010* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/

INEGI. (2010b). *Red hidrográfica. Escala 1:50 000. Edición 2.0. Subcuenca hidrográfica RH10Ch A. De Bamopa. Cuenca R. Culiacán. RH Sinaloa* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). Red Hidrográfica escala 1:50 000 - Subcuencas Edición 2.0. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463133650

INEGI. (2014). *Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250,000: serie III.* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.).

INEGI. (2015). *Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie V* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/usosuelo/metadatos/guia_interusosuelov.pdf

INEGI. (2021a). *Censo de Población y Vivienda 2020* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#resultados_generales

INEGI. (2021b). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie VII (Capa Unión). Aguascalientes, México. In Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Ed.), *INEGI*. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html

INEGI. (2021c). *Diccionario de datos de climas.* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.).

INEGI. (2021d). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#descargas

INEGI. (2023). *Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica G13C23 (Bacacoragua) a Escala 1:50 000, 2022* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463862017

INEGI. (2024). *Conjunto nacional de información edafológica, escala 1:250,000 serie III.* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551118313

INEGI. (2025a). *Marco Geoestadístico Nacional 2025*. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551163061

INEGI. (2025b). *Modelo digital de elevación con 15 m de resolución escala 1:50,000* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp

INEGI. (2026a). *Simulador de flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), Subcuencas 1:50,000*. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#

INEGI. (2026b). *Simulador de flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), Subcuencas 1:50,000*. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#

INEGI. (2026c). *Simulador de flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), Subcuencas 1:50,000*. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.). https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#

Inglis, N. C. , V., J., C., & Singh, K. K. (2022). From viewsheds to viewscapes: Trends in landscape visibility and visual quality research. *Landscape and Urban Planning*, *Elsevier*, *224*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104424

INPI. (2026). *Catálogo nacional de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas* (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, Ed.). https://catalogo.inpi.gob.mx/cedulas/

IUCN. (2026). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN* (The IUCN Red List of Threatened Species, Ed.). https://www.iucnredlist.org/es

IUSS Working Group WRB. (2015). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106.* (IUSS Working Group WRB, Ed.). FAO. http://www.fao.org

López-Escalona, J. (1982). *Resultados de la exploración realizada con barrenación de diamante, zanjeo, rebajes en Cerro de La Mica y Cocoyome, Reserva Minera Nacional San José del Desierto. Municipio de Tamazula, Estado de Durango*. Consejo de Recursos Minerales.

Lugo Hubp, J., & Córdova, C. (1992). *Regionalización geomorfológica de la república mexicana. Investigaciones geográficas*. *25*, 25–63. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111992000200002&lng=es&tlng=es

Luna Vázquez, M. (2018). *Preparación de diterpenos aromáticos a partir del producto natural de Ageratina petiolaris*.

http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/2294/IIQB-M-2018-0479.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Magurran. (1988). *Ecological diversity and its measurement.* (pp. 1–179).

Margalef. (1972). *Growth by intussusception : ecological essays in honor of G. Evelyn Hutchinson*. Connecticut Academy of Arts and Sciences.

Maza, J. A. (2012). *Ecología de la regeneración natural en ecosistemas perturbados: una revisión.* (Vol. 18, Issue 1, pp. 85–94). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente.

Mostacedo & Fredericksen. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. In *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).*

Mostacedo, & Fredericksen. (2001). *Manual de métodos de muestreo y análisis forestal. BOLFOR.*

NOAA. (2026). *Historical Hurricanes Trachs* (National Oceanic and Atmospheric Administration, Ed.). https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=4/32/-80

Orellana. (2009). *Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de sacta. Tesis para obtener el título de técnico superior forestal.* (pp. 1–49).

Ortega Gutiérrez, F. M., Roldan Quintana, J., Aranda Gómez, J. J., Morán Zenteno, D. J., Alaniz Álvarez, S. A., & Nieto Samaniego, A. F. (1992). Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2,000,000: México. In *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Secretaría de Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Minerales*.

Pastakia. (1998). *The rapid impact assessment matrix (RIAM)—a new tool for environmental impact assessment*. Environmental Impact Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM), Olsen & Olsen.

PC. (2015). *Recomendaciones y medidas preventivas de protección civil por tormentas de granizo "granizadas"* (Secretaría de Protección Civil, Ed.). Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/720/RECOM..._POR_GRANIZADAS.PDF

PEDED. (2023). *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Durango*. https://www.durango.gob.mx/ped.pdf

PEDES. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sinaloa* . https://ped.sinaloa.gob.mx/wp-content/uploads/2022/04/PED27-compressed.pdf

PMD. (2023). *Plan Municipal de Desarrollo de Tamazula, Durango*. https://tamazula.durango.gob.mx/wp/tamazula_archivos/Plan%20Municipal/Plan%20Municipal%2

0de%20desarrollo%202022-2025/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20Tamazula%202023-2025.pdf

PMD. (2024). *Plan Municipal de Desarrollo de Badiraguato, Sinaloa.* https://www.badiraguato.gob.mx/wp-content/uploads/2025/08/PMD-2025.pdf

POEED. (2016). *Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/act_edgo_160908.pdf

Priego et al., Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, U. I. de G., Instituto de Ecología, A. C. C. para el D. R. y O. A., S.A. de C.V, U. A. de C. J., & CONABIO. (2008). Paisajes Físico-Geográficos de México. *Centro de Investigaciones En Geografía Ambiental, UNAM, Instituto de Geografía, UNAM*.

PROFEPA. (2025). *GLOSARIO* (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Ed.). https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/766/1/mx/glosario.html?num_letra=22&num_letra_siguiente=23

Rodríguez Esteves, J. M. (2020). *El Paisaje Geográfico en la Gestión de Riesgos y Desastres. Aportes y Limitaciones.* (p. 28). Revista de El Colegio de San Luis.

Rodríguez-Mazzini. (1996). *Uso de la técnica de estaciones olfativas (scent-station technique) en estudios de ecología de mamíferos.* 11. https://www.probides.org.uy/imagenes/ckfinder/files/files/Documentos%20de%20Trabajo/DT08.pdf#:~:text=La%20t%C3%A9cnica%20de%20estaciones%20olfativas%20u%20olorosas,a%20las%20estaciones%20de%20registro%20de%20huellas.

Roswell, D. W. (2021). *Una guía conceptual para la medición de la diversidad de especies* (pp. 321–338).

Rzedowski. (2006a). *Vegetación de México. 1ra Edición Digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.* https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf

Rzedowski, J. (2006b). *Vegetación de México* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.; 1ra Edición Digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf

Secretaría del Bienestar. (2023). *Catálogo de localidades indígenas*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/788648/Cat_logo_de_Localidades_Ind_genas_2023.pdf

SEMARNAT. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. *Diario Oficial de La Federación*.

SEMARNAT. (2010). *Lista de especies en riesgo de 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2012). *Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT)* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.; p. 386). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

SEMARNAT. (2015). *Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Valle del Mezquital, clave 1017, En el Estado de Durango, Región Hidrológico Administrativa Pacífico Norte*.

SEMARNAT. (2020). *Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. Normas Oficiales en materia de impacto ambiental*. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5604714

SEMARNAT. (2021). *Acciones y Programas, Leyes y Normas.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). https://www.gob.mx/semarnat

SEMARNAT. (2022). *Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental*,.

SEMARNAT. (2025). *Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre [Base de datos]* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.). https://datos.gob.mx/dataset/unidades_manejo_conservacion_vida_silvestre

Sowińska-Świerkosz Barbara Natalia, & Michalik-Śnieżek Malwina. (2020). *Landscape Indicators as a Tool of Assesing Land*.

Sutton, J. (2021). *Arbutus Mexican Species*. Trees and Shrubs Online. International Dendrology Society. https://www.treesandshrubsonline.org/articles/arbutus/arbutus-mexican-species/

UNAM. (2026). *Catálogo de sismos.* (I. d. G. , S. S. N. Universidad Nacional Autónoma de México, Ed.). Servicio Sismológico Nacional. http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/

Vázquez, E., Pérez, J. R., & Flores, J. (2010a). Propagación vegetativa de nopal (Opuntia spp.) en zonas áridas y semiáridas. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *1*(2), 241–252.

Vázquez, E., Pérez, J. R., & Flores, J. (2010b). Propagación vegetativa de nopal (Opuntia spp.) en zonas áridas y semiáridas. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *1*(2), 241–252.


SGM
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

Anexo V

Fichas técnicas de las especies de flora observadas

Economía
Secretaría de Economía
SGM
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

Nombre científico: *Acacia pennatula*

Nombre común: Tepame o huizache



Descripción: Es una especie de árbol perteneciente a la familia de las fabáceas. Alcanza un tamaño de hasta 8 m de altura; son muy ramificados en la copa. Tienen hojas compuestas, divididas doblemente, formadas por hojas pequeñas similares a plumas o pinnadas. Las flores se disponen en conjuntos, cada uno contiene de 40 a 50 pequeñas flores color amarillo-anaranjadas muy olorosas. Los frutos son vainas que miden de 7 a 13 cm de largo por 2 a 2.5 cm de ancho, cada vaina posee de 6 a 14 semillas.



Se encuentra asociada a la vegetación secundaria de bosque de pino-encino, bosque nublado y pastizales; a una altitud de 100 a 1,400 metros (CONABIO, 2025a).

Distribución: Se distribuye desde el sur de Sonora, México, hasta Centroamérica

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Acaciella angustissima*

Nombre común: Guajillo.



Descripción: Es un arbusto o pequeño árbol nativo de México, también conocido como Timbre, pertenece a la familia fabáceas. Mide de 1 a 4 m de altura. Tiene hojas asimétricas y una nervadura central, posee de 8 a 12 pares de pinnas; sus flores se disponen en inflorescencias esféricas de color blanco que se tornan de color naranja cuando se secan; las vainas son dehiscentes, oblongas, con márgenes sinuosos, inicialmente verdes, volviéndose de color café-marrón cuando maduran. Habitan principalmente en regiones áridas y semiáridas (CONABIO, 2020b)



Distribución: Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Centroamérica; en México se encuentra en el noreste, centro y suroeste del país.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Ageratina adenophora*

Nombre común: Flor de espuma.



Descripción: Es una hierba perenne o pequeño arbusto de la familia de Asteraceas; nativa del sur y centro de México. El arbusto puede alcanzar hasta los 2 m de tamaño, se caracteriza por sus capítulos de 5 a 10 mm de diámetro y color blanca situados en seudoumbelas terminales; sus hojas tienen forma ovado-rómbica; presenta pelos glandulíferos cortos en tallos, pecíolos y pedúnculos florales. Florece entre febrero y junio.



Se encuentra en bosques cercanos a cursos de agua, zanjas, ríos, hasta 400 m de altitud (iNaturalist, 2026).

Distribución: Es una planta oriunda de México y América Central, introducida en muchos lugares del mundo.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Ageratina petiolaris*

Nombre común: Amargocilla.



Descripción: Es un arbusto que llega a medir hasta 2 m de altura; tiene tallos leñosos, cilíndricos de 2 a 5 mm de diámetro, estriados; sus hojas son opuestas, con peciolo de 1.5 a 8 cm de largo, y lámina ovalada. Presenta numerosos capítulos de 7 a 8 mm de largo dispuestos en corimbos compuestos terminales, y presenta racimos de pequeñas flores blancas a rosa claro, que suelen florecer desde finales del verano hasta el otoño. Se encuentra entre 2,350 a 3,000 m de altitud, en sitios con pastizal, matorral xerófilo y bosque de pino-encino; crece frecuentemente a lo largo de caminos y carreteras (Luna Vázquez, 2018).



Distribución: Se distribuye ampliamente en la parte central y sur de México (Bustos Brito et al., 2016).

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Arbutus glandulosa*

Nombre común: Madroño



Descripción: Es un árbol de hasta 30 m de alto, de la familia de las ericáceas. Su corteza es usualmente roja brillante y se descascara en hojuelas largas y lisas en la mayoría de las ramas. Sus hojas son elípticas de hasta 15 cm de largo por 6 de ancho, con ápice aguda u obtuso, margen liso o regularmente dentado. La inflorescencia es una panícula terminal y cada flor tiene una bráctea y 3 pequeñas bractéolas. Sus flores son blancas, amarillas o rojizas de hasta 7 mm de largo. Sus semillas son fusiformes, de 2 o 3 mm de largo.

Habita en los bosques de encino, pino y bosque de Abies (CONABIO, 2021).



Distribución: Se encuentra desde Nuevo México y Texas a Nicaragua. Está ampliamente distribuido en las zonas montañosas del Valle de México desde 2,400 a 3,400 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Arbutus tessellata*

Nombre común: Madroño mexicano.



Descripción: Son árboles o arbustos grandes de hasta 15 m, presentan corteza gris pálida con placas ajedrezadas, que no se desprenden excepto en las ramitas pequeñas. Las superficies de las hojas y pecíolos presentan pelos glandulares (longitud media de 2.5 mm); haz de color oliva; la base es de forma variable; tiene flores blancas, amarillentas o blanco rosadas; produce vallas rojas; fructifica de febrero a marzo y junio (Sutton, 2021).



Distribución: En México de distribuye en la Sierra Madre Occidental desde Chihuahua hasta Jalisco; al igual que hacia el este a lo largo de las laderas septentrionales de la Sierra Volcánica Transversal hasta el oeste de Veracruz, llegando tan al sur como el sureste del Estado de México.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Arctostaphylos pungens*

Nombre común: Pingüica.



Descripción: Es un arbusto erecto o rastrero de una altura de 0.5 a 3 m. Los tallos son leñosos, lisos y rojos o grises, con corteza caediza. Sus ramas pequeñas y hojas nuevas son ligeramente lanosas. Las hojas maduras son coriáceas, brillantes y verdes, ovaladas a ampliamente lanceoladas, de hasta 4 cm. La inflorescencia es un racimo esférico de flores. El fruto es una drupa de 5 a 8 milímetros de ancho. Prefiere los suelos secos, poco profundos, ácidos y cargados de grava y arena. Establece relaciones con micorrizas para obtener más nutrientes y agua. Las semillas requieren escarificación por incendio forestal antes de poder germinar (CONABIO, 2021a).



Distribución: Es originaria del Suroeste de Estados Unidos y el norte y centro-sur de México, donde crece en bosques templados a semisecos, chaparrales y matorrales xerófilos.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Baccharis heterophylla*

Nombre común: Escoba chica



Descripción: Arbusto muy ramificado de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas son heteromorfas, alternas, de forma espatulada a linear, de 1 a 5 cm de longitud, con margen entero o dentado. Presenta capítulos pequeños discoides reunidos en panículas terminales con flores blancas a cremas; el papus es blanco y copioso. Florece principalmente de septiembre a noviembre. Habita en laderas rocosas, cañadas y bordes de bosque de pino-encino entre los 1,200 y 2,500 msnm (CONABIO, 2023).



Distribución: Se distribuye desde el norte de México (Sonora, Chihuahua, Durango) hasta Oaxaca y Centroamérica. Especie nativa de México. En Durango es frecuente en las laderas y cañadas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Baccharis pteronioides*

Nombre común: Carátacua, Hierba del pasmo.



Descripción: Arbusto de 0.5 a 1.5 m de altura de la familia Asteraceae, con tallos alados longitudinalmente. Sus hojas son obovadas a espatuladas, de 1 a 3 cm, alternas y coriáceas. Los capítulos son discoides, reunidos en corimbos terminales compactos, con flores blancas; el papus es blancuzco y abundante. Florece de agosto a noviembre. Habita en matorrales semiáridos, pastizales y zonas de transición entre 1,000 y 2,500 msnm (Nesom, 2006).



Distribución: Se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y el norte y centro de México. Especie nativa. En Durango se encuentra en el matorral xerófilo y zonas de transición bosque-matorral.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Baccharis salicina***

Nombre común: Baccharis de sauce, Saucillo



Descripción: Arbusto de 1 a 3 m de altura de la familia Asteraceae, con tallos verdes provistos de alas longitudinales. Sus hojas son lanceoladas, alternas, de 2 a 7 cm de longitud, de color verde brillante. Las inflorescencias son panículas terminales de numerosos capítulos con flores blancas; la fructificación produce abundante papus algodonoso. Se desarrolla principalmente en vegetación riparia y galerías ribereñas (CONABIO, 2023).

Distribución: Nativa del suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México. En Durango se localiza frecuentemente a orillas de ríos, arroyos y escorrentías. Especie nativa.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Bartlettina karwinskiana***

Nombre común: Eupatorio, Hierba del ángel



Descripción: Arbusto de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Asteraceae (anteriormente clasificada en el género Eupatorium). Sus hojas son opuestas, ovado-lanceoladas, de 3 a 8 cm de longitud, con margen serrado y pecíolo bien definido. Los capítulos son discoides y pequeños, reunidos en corimbos terminales compuestos, con flores de color blanco a lavanda. Florece de octubre a enero. Se encuentra en bosques de pino-encino y vegetación de transición a altitudes de 1,500 a 2,800 msnm (CONABIO, 2025b).



Distribución: Endémica de México, distribuida principalmente en la Sierra Madre Occidental, incluyendo los estados de Durango, Sinaloa, Nayarit y Jalisco.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Bouvardia ternifolia***

Nombre común: Trompetilla, Mirto silvestre.



Descripción: Arbusto de 0.5 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Rubiaceae. Sus hojas se disponen en verticilos de tres, son lanceoladas a ovadas, de 2 a 5 cm de longitud, con nervadura pinnada bien marcada. Las flores son tubulares, de color rojo a escarlata, de 2 a 3 cm de longitud, reunidas en cimas terminales; son visitadas frecuentemente por colibríes. El fruto es una cápsula bilocular pequeña. Florece de agosto a noviembre. Habita en bosques de encino y pino-encino, así como en vegetación riparia (CONABIO, 2022).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Centroamérica. Especie nativa de México. En Durango se localiza en bosques templados y laderas húmedas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Braunia secunda*

Nombre común: Musgo, Briofita saxícola



Descripción: Briofita de la familia Leucodontaceae, de hábito epifítico o saxícola. Sus tallos secundarios miden entre 1 y 4 cm de longitud, con hojas imbricadas, ovadas a lanceoladas, con nervio simple que no alcanza el ápice. El color varía de verde oscuro a verde oliva, pudiendo tornarse pardo en condiciones de sequía. Carece de rizoide diferenciado y presenta esporofito reducido. Es indicadora de ambientes con humedad relativa alta y buena calidad del aire (Churchill y Linares, 1995).

Distribución: Presente en zonas montañosas tropicales y subtropicales de América. En México se registra en la Sierra Madre Occidental y otras serranías húmedas, incluyendo Durango. Especie nativa.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Buddleja cordata***

Nombre común: Tepozán, Tepozán blanco.



Descripción: Árbol o arbusto de 2 a 8 m de altura perteneciente a la familia escrofulariáceas. Su corteza es gruesa y corchosa de color grisáceo. Las hojas son opuestas, ovado-lanceoladas, de 5 a 20 cm de longitud, con el haz verde oscuro y el envés cubierto de tomento blancuzco denso. Las flores son pequeñas, de color amarillo a anaranjado, muy fragantes, reunidas en panículas terminales densas de 10 a 30 cm. El fruto es una cápsula pequeña biloculada. Florece principalmente de septiembre a febrero (CONABIO, 2021).



Distribución: Especie endémica de México, ampliamente distribuida en el centro, occidente y norte del país. En Durango es común en bosques templados, bordes de caminos y zonas perturbadas, desde los 1,500 hasta los 3,000 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Bursera fagaroides*

Nombre común: Copal, Torote, Copal amargo



Descripción: Árbol caducifolio de 3 a 8 m de altura perteneciente a la familia Burseraceae. Su corteza es exfoliante, de color grisáceo a verde-amarillento, desprendiéndose en laminillas papiráceas. Las hojas son compuestas imparipinnadas, con 7 a 15 folíolos oblongos, de 1 a 3 cm, aromáticas al estrujarse. Las flores son pequeñas, blancas, en racimos axilares. El fruto es una drupa pequeña con pseudoarilo rojo que envuelve el hueso. Exuda resina aromática de olor característico (CONABIO, 2022).

Distribución: Se distribuye en la vertiente del Pacífico mexicano y cuencas interiores, desde Sonora hasta Chiapas. Especie nativa de México. En Durango habita en las laderas cálido-secas de la vertiente occidental de la Sierra Madre.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Cajanus cajan*

Nombre común: Frijol de palo, Gandul.



Descripción: Arbusto perenne de 1 a 3 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos lanceolados a oblongos, de 4 a 10 cm de longitud. Las flores son papilionáceas, amarillas con venas purpúreas, reunidas en racimos axilares. Las vainas son de 4 a 9 cm de longitud, pubescentes, con 3 a 6 semillas esféricas de color variable. Es una especie ampliamente cultivada por su valor alimenticio y forrajero (FAO, 1977).

Distribución: Especie de origen africano-asiático, introducida y cultivada en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. En México y Durango se encuentra en cultivos, huertos y zonas perturbadas aledañas a asentamientos humanos.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (especie exótica cultivada).



Nombre científico: *Castilleja arvensis*

Nombre común: Cresta de gallo, cola de borrego.



Descripción: Hierba hemiparásita anual o perenne de 20 a 60 cm de altura, perteneciente a la familia Orobanchaceae. Sus hojas son alternas, linear-lanceoladas, de 2 a 6 cm, enteras a trilobadas. Las brácteas foliosas que rodean las flores son de color rojo a anaranjado brillante, lo que le confiere su carácter ornamental. Las flores son tubulares, verdosas a amarillentas, con el cáliz coloreado. El fruto es una cápsula loculicida. Parásita parcial de raíces de gramíneas (CONABIO, 2020).



Distribución: Se distribuye desde México hasta Centroamérica. Especie nativa. En Durango se encuentra en pastizales de altura, bordes de caminos y bosques perturbados entre 1,500 y 3,000 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Clematis dioica***

Nombre común: Barba de viejo, Barba de chivo.



Descripción: Liana trepadora leñosa de la familia Ranunculaceae, de 2 a 10 m de longitud. Sus hojas son opuestas, compuestas, con 3 a 5 folíolos ovados a lanceolados, de 2 a 7 cm de longitud, con margen entero o dentado, y pecíolos volubles que le permiten trepar. Las flores son dioicas, blancas, de 1 a 2 cm de diámetro. Los frutos son aquenios con estilos plumosos de 2 a 5 cm que forman cabezuelas blancas vistosas al madurar. Florece de junio a octubre (CONABIO, 2025c).



Distribución: Se distribuye desde México hasta Sudamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en bosques húmedos, orillas de arroyos y vegetación riparia.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Clinopodium vulgare*

Nombre común: Albahaca del monte, Poleo silvestre, Menta de monte



Descripción: Hierba perenne de 20 a 60 cm de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus tallos son cuadrangulares y pubescentes. Las hojas son opuestas, ovadas, de 1 a 4 cm de longitud, con margen crenado-aserrado y aroma suave. Las flores son de color rosado a púrpura, bilabiadas, de 1 a 1.5 cm, reunidas en verticilos densos con brácteas aciculares espinosas. El fruto consta de cuatro núculas lisas. Florece de julio a septiembre (Flora of North America, 2014).

Distribución: Especie de distribución subcosmopolita, presente en el hemisferio norte. En México se localiza en bosques templados, pastizales y zonas perturbadas. En Durango habita en el sotobosque y praderas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Critonia hospitalis***

Nombre común: Eupatorio, Árnica de monte



Descripción: Arbusto de 1 a 2 m de altura perteneciente a la familia Asteraceae, anteriormente clasificado en el género Eupatorium. Sus hojas son opuestas, ovadas a lanceoladas, de 4 a 12 cm de longitud, trinervadas desde la base, con margen serrado. Los capítulos son discoides, con flores de color blanco a lila pálido, reunidos en corimbos terminales amplios. El papus es blancuzco con cerdas escabrosas. Florece de septiembre a diciembre (Villaseñor, 2003).



Distribución: Endémica de México, distribuida en la Sierra Madre Occidental en los estados de Durango, Sinaloa, Nayarit y Jalisco, en bosques de pino-encino de 1,500 a 2,800 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Crotalaria mollicula*

Nombre común: Cascabelillo, Chipilín del monte



Descripción: Hierba erecta o subarbusto de 0.3 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son simples, oblanceoladas a elípticas, de 2 a 6 cm de longitud, con pubescencia suave en ambas caras. Las flores son papilionáceas de color amarillo en racimos terminales. El fruto es una vaina inflada, papiracea, de 2 a 3 cm, con semillas que producen un sonido característico al sacudirla. Florece de agosto a noviembre (Vibrans, 2009).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Sudamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en pastizales, bordes de cultivos y vegetación secundaria de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Crotalaria pumila*

Nombre común: Cascabelillo chico, Chipilín silvestre



Descripción: Hierba perenne postrada o ascendente de 10 a 40 cm de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos obovados de 1 a 2 cm de longitud, pubescentes en el envés. Las flores son pequeñas, amarillas, en racimos axilares de pocas flores. El fruto es una vaina inflada de 1 a 2 cm, pubescente, con pocas semillas reniformes. Florece de julio a octubre (CONABIO, 2021).

Distribución: Se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta Sudamérica y el Caribe. Especie nativa. En Durango se localiza en pastizales áridos y semiáridos, y en zonas de transición bosque-matorral.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Crotalaria sagittalis***

Nombre común: Cascabelillo, Chícharo de coyote



Descripción: Hierba erecta de 15 a 50 cm de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus tallos presentan alas foliáceas longitudinales características. Las hojas son simples, lanceoladas a lineares, de 2 a 6 cm de longitud. Las flores son amarillas, pequeñas, en racimos de 2 a 6 flores. El fruto es una vaina inflada de 2 a 3 cm, que adquiere color negro en la madurez y produce un sonido al agitarse. Florece de julio a octubre (Luckow, 1992).

Distribución: Desde el este de Estados Unidos hasta Sudamérica. Especie nativa de amplia distribución. En Durango se localiza en pastizales y bordes de bosque.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Dalea foliolosa***

Nombre común: Escobilla negra, Dalea, Hierba del oso



Descripción: Arbusto o subarbusto de 0.3 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae, con glándulas aromáticas en tallos y hojas. Sus hojas son pinnadas, con 8 a 20 pares de folíolos pequeños de 2 a 4 mm de longitud. Las flores son purpúreas, papilionáceas, en espigas terminales densas, con brácteas conspicuas y calículo glanduloso. Florece de julio a octubre. Habita en matorrales semiáridos y pastizales (Turner, 1997).

Distribución: Endémica del norte y centro de México, distribuida en Chihuahua, Durango, Zacatecas y Jalisco. Se localiza en laderas secas y matorrales de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Decachaeta haenkeana***

Nombre común: Eupatorio blanquillo, Hierba del ángel



Descripción: Arbusto o subarbusto de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Asteraceae (anteriormente en Eupatorium). Sus hojas son opuestas, ovadas, de 3 a 10 cm de longitud, con pecíolo alado y margen serrado. Los capítulos son discoides, agrupados en corimbos terminales amplios, con flores de color blanco a rosado. El receptáculo es plano y desnudo. Florece de septiembre a enero. Habita en bosques húmedos y zonas de transición (King y Robinson, 1987).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Centroamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en bosques mesófilos y bosques de pino-encino con alta humedad en cañadas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Desmodium grahamii***

Nombre común: Amor seco, Pega-ropa, Pegajosa



Descripción: Hierba o subarbusto de 0.5 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos elípticos a ovados de 2 a 5 cm, pubescentes en el envés. Las flores son pequeñas, rosadas a lilas, en racimos laxos terminales. El fruto es una legumbre articulada (lomento) de 2 a 4 artejos reniformes cubiertos de tricomas uncinados que se adhieren al pelaje y ropa. Florece de agosto a noviembre (Sousa, 1987).

Distribución: México y Centroamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en orillas de caminos, bosques secos y vegetación secundaria.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Dodonaea viscosa*

Nombre común: Jarilla, Cosahuico, Chapuliztle



Descripción: Arbusto o árbol pequeño de 1 a 5 m de altura perteneciente a la familia Sapindaceae. Sus hojas son simples, alternas, oblanceoladas a lineares, de 2 a 10 cm de longitud, viscosas y brillantes. Las flores son pequeñas, sin pétalos, de color amarillo-verdoso, en racimos axilares y terminales, con planta andromonoica. El fruto es una cápsula membranácea, alada, de color rosa a rojizo, muy vistosa. Florece y fructifica casi todo el año. Indicadora de suelos degradados (CONABIO, 2016).

Distribución: Distribución pantropical y subtropical, en todos los continentes. Especie nativa de México. En Durango es común en laderas secas, matorrales y zonas perturbadas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Elephantopus mollis*

Nombre común: Lengua de vaca, Tabaquillo, Oreja de venado



Descripción: Hierba perenne de 30 a 80 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas basales son grandes, espatuladas, de 10 a 25 cm de longitud, rugosas y pubescentes. Los tallos florales son ramificados en la parte superior; los capítulos contienen 4 flores rosadas o lilas, reunidos en glomérulos terminales rodeados por 3 brácteas foliosas ovadas. El papus es aristado. Florece de julio a noviembre (Villaseñor, 2016).

Distribución: Tropical y subtropical de América, extendida a África y Asia. Especie nativa en México. En Durango se localiza en zonas húmedas, sotobosque y vegetación secundaria de la vertiente occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Erigeron longipes*

Nombre común: Margarita silvestre, Hierba del burro, Zacate de burro



Descripción: Hierba perenne o subarbusto de 20 a 50 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas basales son espatuladas, de 5 a 15 cm de longitud, con margen ondulado; las hojas caulinares son alternas y progresivamente más pequeñas. Las cabezuelas son solitarias, con lígulas blancas a lilas, en pedúnculos largos; el disco es amarillo. Florece de agosto a noviembre. Habita en pastizales de montaña y bosques de pino (Nesom, 1989).

Distribución: Endémica del noroeste y occidente de México, incluyendo Chihuahua, Durango, Sinaloa y Nayarit. Se localiza en praderas de altura y bordes de bosque de pino entre 1,800 y 3,200 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Eriosema crinitum***

Nombre común: Frijolillo, Algarrobillo peludo



Descripción: Hierba perenne de 30 a 80 cm de altura con base leñosa, perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos elípticos a oblongos de 3 a 7 cm, densamente pubescentes con tricomas ferrugíneos en el envés. Las flores son amarillas, papilionáceas, en racimos axilares cortos de pocas flores. El fruto es una vaina biarticulada de 1 a 2 cm, densamente pubescente. Florece de agosto a octubre (Stirton, 1978).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Sudamérica en pastizales y sabanas. Especie nativa. En Durango se localiza en pastizales de pino-encino y orillas de bosque.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Eriosema diffusum*

Nombre común: Frijolillo de campo, Algarrobillo



Descripción: Hierba perenne postrada a ascendente de 20 a 60 cm de longitud, perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos angostamente elípticos de 2 a 5 cm, pubescentes en ambas caras con tricomas suaves. Las flores son amarillas, papilionáceas, en racimos axilares cortos. El fruto es una vaina pequeña biarticulada, pubescente. Florece de julio a octubre (Brandbyge, 1986).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Centroamérica, en pastizales y vegetación secundaria. Especie nativa. En Durango se localiza en zonas de pastizal y orillas de bosque de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Evolvulus alsinoides*

Nombre común: Hierba de la virgen, Evólvulo azul, Campanilla azul



Descripción: Hierba perenne postrada o ascendente de 10 a 50 cm de longitud, perteneciente a la familia Convolvulaceae. Sus tallos son delgados y pubescentes. Las hojas son alternas, ovadas a elípticas, de 0.5 a 2 cm de longitud. Las flores son solitarias axilares, de color azul a morado brillante, de 0.8 a 1.5 cm de diámetro, con 5 pétalos fusionados en embudo; de corta duración, abren por la mañana. El fruto es una cápsula globosa de 4 semillas (Verdcourt, 1963).

Distribución: Distribución pantropical. Especie nativa de México, ampliamente distribuida en pastizales y matorrales. En Durango se localiza en pastizales y zonas perturbadas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Flavoparmelia caperata*

Nombre común: Liquen pardoverde, Parmelia, Liquen foliáceo



Descripción: Liquen foliáceo de la familia Parmeliaceae, con talo de 5 a 20 cm de diámetro. La cara superior es de color verde grisáceo con lóbulos redondeados y presencia de sorales y propágulos (isidios o sorediados) que facilitan su dispersión. La cara inferior es de color café oscuro con rizinas abundantes. Los apotecios son poco frecuentes. Es un indicador biológico de calidad de aire, pues es sensible a la contaminación atmosférica (Hawksworth y Seaward, 1977).

Distribución: Distribución cosmopolita, en zonas templadas y húmedas de ambos hemisferios. En México se registra en la Sierra Madre Occidental. En Durango crece sobre cortezas de árboles del bosque de pino-encino.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Heliotropium procumbens*

Nombre común: Cola de mico, Palomilla, Hierba del sapo



Descripción: Hierba anual postrada de 10 a 40 cm de longitud perteneciente a la familia Boraginaceae. Sus tallos son delgados y ramificados, cubiertos de tricomas rígidos. Las hojas son alternas, ovadas a elípticas, de 1 a 4 cm de longitud, rugosas y pubescentes. Las flores son pequeñas, blancas, en espigas escorpioides enrolladas en el ápice que se desenrollan progresivamente durante la antesis. El fruto es un esquizocarpo de 4 núculas con superficie rugosa (Johnston, 1928).

Distribución: Desde el sur de Estados Unidos hasta Sudamérica. Especie nativa de México. En Durango se localiza en suelos alterados, caminos, pastizales y vegetación secundaria a diferentes altitudes.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Heterotheca subaxillaris*

Nombre común: Camphor weed, Hierba de la vaquita, Margarita campestre



Descripción: Hierba anual o bienal de 30 a 100 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas son alternas, las inferiores con pecíolo auriculado-amplexicaule, las superiores sésiles y algo clasantes, de forma ovada a espatulada, pubescentes. Las cabezuelas presentan lígulas de color amarillo brillante y disco también amarillo; el receptáculo tiene paleas persistentes. El papus es doble, con cerdas externas cortas e internas largas. Florece de agosto a noviembre (CONABIO, 2025).

Distribución: Nativa del sur de Estados Unidos y norte de México. En Durango se localiza en suelos arenosos, pastizales y orillas de caminos.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Ipomoea arborescens***

Nombre común: Cazahuate, Palo de manjar, Cazahuate blanco, Palo bobo



Descripción: Árbol caducifolio de 3 a 10 m de altura perteneciente a la familia Convolvulaceae. Su corteza es corchosa, de color blanco a grisáceo, muy característica. Las hojas son acorazonadas, de 7 a 20 cm de longitud, pubescentes, caducas en la época seca. Las flores son grandes, blancas, de 7 a 10 cm de diámetro, con forma de embudo, abren durante la noche y atraen polinizadores nocturnos. El fruto es una cápsula leñosa con semillas aladas. Florece de enero a marzo, antes de la aparición de las hojas (Carranza, 2007).



Distribución: Endémica de México, distribuida en la vertiente del Pacífico y cuencas interiores, desde Sonora hasta Oaxaca. En Durango habita en bosque tropical caducifolio y vegetación de transición.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Karwinskia humboldtiana***

Nombre común: Coyotillo, Tullidora, Cacachila, Tullidor



Descripción: Arbusto o árbol pequeño de 1 a 5 m de altura perteneciente a la familia Rhamnaceae. Sus hojas son opuestas a subopuestas, ovado-elípticas, de 3 a 8 cm de longitud, con nervaduras secundarias paralelas arqueadas muy características. Las flores son pequeñas, de color verde amarillento, en cimas axilares. El fruto es una drupa ovoide de color negro-purpúreo en la madurez, de 8 a 12 mm. Sus frutos contienen antracenonoides con toxicidad neuromuscular severa para humanos y fauna doméstica. Florece de marzo a octubre (González-Espinosa et al., 1991).

Distribución: Endémica de México y sur de Texas (EE.UU.). Ampliamente distribuida en matorrales semiáridos y bosques de encino del norte y centro de México. En Durango es frecuente en laderas y matorrales.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Lantana canescens*

Nombre común: Cinco negritos, Frutillo, Lantana silvestre



Descripción: Arbusto de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Verbenaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas, de 3 a 7 cm de longitud, rugosas y aromáticas, con margen serrado y pubescencia canescente. Las flores son pequeñas y reunidas en cabezuelas planas; la coloración varía del amarillo al naranja conforme maduran, presentando con frecuencia ambas coloraciones simultáneamente. El fruto es una drupa jugosa de color negro-azulado al madurar, agrupada en cabezuelas (CONABIO, 2020a).

Distribución: Nativa de México y Centroamérica, distribuida en matorrales secundarios y bordes de bosque. En Durango se localiza en zonas de transición y áreas perturbadas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Lippia umbellata***

Nombre común: Orégano del monte, Salvia real, Yerba dulce



Descripción: Arbusto aromático de 1 a 3 m de altura perteneciente a la familia Verbenaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas a elípticas, de 2 a 7 cm de longitud, con margen crenado-aserrado, aromáticas al estrujarse por su contenido en aceites esenciales. Las flores son pequeñas, blancas a lilas, reunidas en espigas umbeladas o cabezuelas densas terminales. El fruto es un esquizocarpo bipartido. Florece de julio a noviembre. Habita en zonas semiáridas y subhúmedas de montaña (Atkins, 2004).



Distribución: Endémica de México, distribuida principalmente en la Sierra Madre Occidental en Durango, Sinaloa y Jalisco. En Durango se localiza en laderas y matorrales de altura.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Lobelia fenestralis*

Nombre común: Lobelia, Flor de cardinal, Cempasúchil de agua



Descripción: Hierba erecta de 30 a 80 cm de altura perteneciente a la familia Campanulaceae. Sus hojas son alternas, ovadas a elípticas, de 2 a 6 cm de longitud, con margen irregularmente dentado. Las flores son bilabiadas, de color azul a violáceo, de 1.5 a 2.5 cm de longitud, con el labio inferior trífido y el superior bífido, formando el característico tubo abierto lateralmente. Se disponen en racimos terminales. El fruto es una cápsula bilocular. Florece de agosto a noviembre. Habita en bosques húmedos de montaña (Enciclovida, 2022).

Distribución: Se distribuye desde México hasta Centroamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en cañadas húmedas y bosques de pino-encino con alta humedad edáfica.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Mimosa aculeaticarpa*

Nombre común: Gatuño, Uña de gato, Zarzaparrilla



Descripción: Arbusto espinoso de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son bipinnadas, con 2 a 5 pares de pinas y numerosos folíolos muy pequeños de 1 a 3 mm de longitud; los tallos presentan espinas ganchudas robustas, características de la especie. Las flores son esféricas, de color blanco a rosado, y se agrupan en racimos axilares. Los frutos son vainas articuladas, con artejos espinosos en los márgenes, de 3 a 6 cm de longitud (Barneby, 1991).

Distribución: Endémica del norte y centro de México, distribuida en Chihuahua, Durango, Zacatecas, Jalisco y estados adyacentes. En Durango es común en matorrales semiáridos y zonas de transición.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Mimosa biuncifera***

Nombre común: Gatuño, Uña de gato, Biznaga



Descripción: Arbusto espinoso de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son bipinnadas con 3 a 7 pares de pinas y 6 a 14 pares de folíolos de 2 a 4 mm; presenta espinas en pares de 3 a 5 mm (biuncifera = dos ganchos), característica que la distingue. Las flores son esféricas blancas a rosadas en cabezuelas axilares. El fruto es una vaina plana de 3 a 7 cm, con reticulado visible. Florece de mayo a agosto (Barneby, 1991).

Distribución: Sur de Estados Unidos y norte y centro de México. Especie nativa ampliamente distribuida en matorrales, chaparrales y pastizales. En Durango es común en zonas de transición entre el bosque y el matorral.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Montanoa leucantha***

Nombre común: Vara blanca, Árnica blanca, Jara blanca



Descripción: Arbusto o subarbusto de 1 a 3 m de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas son opuestas, profundamente pinnatífidas, de 5 a 20 cm de longitud, con segmentos lanceolados y margen dentado. Las cabezuelas tienen lígulas de color blanco y disco amarillo, agrupadas en panículas terminales vistosas. El receptáculo es cónico con paleas. Florece de septiembre a enero. Habita en bosques secos, laderas y vegetación secundaria (Turner y Dillon, 1986).



Distribución: México y Centroamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en laderas de clima cálido subhúmedo y zonas de transición en la vertiente occidental de la Sierra Madre.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Muhlenbergia robusta***

Nombre común: Zacate liendrilla, Muhlenbergia grande, Zacate aparejo



Descripción: Gramínea perenne cespitosa de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Poaceae. Sus hojas son planas, de 20 a 50 cm de longitud y 3 a 8 mm de ancho, con lígula membranácea de 2 a 5 mm. La inflorescencia es una panícula terminal espiciforme de 20 a 50 cm, densa y plumosa, de color verde-purpúreo, muy vistosa. Las espiguillas son sésiles o subsésiles, con una lemma aristada. Florece de agosto a noviembre (Peterson, 2003).

Distribución: México y Centroamérica. Especie nativa ampliamente distribuida en bosques de pino-encino y pastizales de altura. En Durango es una de las gramíneas más conspicuas de la Sierra Madre Occidental, entre 1,500 y 3,000 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Ocimum campechianum*

Nombre común: Albahaca del monte, Hierba santa, Ocimum silvestre



Descripción: Hierba aromática anual o perenne de 30 a 80 cm de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus tallos son cuadrangulares. Las hojas son opuestas, ovadas, de 2 a 5 cm de longitud, con superficie glandulosa que produce el aroma característico a alcanfor-anís. Las flores son pequeñas, de color blanco a lila, en espigas terminales verticiladas con hasta 6 flores por verticilo. El fruto son cuatro núculas ovoides. Florece de agosto a enero (Paton, 1992).

Distribución: México a Sudamérica y Caribe. Especie nativa. En Durango se localiza en zonas perturbadas, orillas de caminos y vegetación secundaria de áreas cálidas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Opuntia leucotricha*

Nombre común: Nopal blanco, Duraznillo blanco, Nopal gatuno



Descripción: Árbol o arbusto de 3 a 6 m de altura perteneciente a la familia Cactaceae, con tronco cilíndrico leñoso bien definido en los ejemplares adultos. Sus cladodios (pencas) son ovalados, de 15 a 35 cm de longitud, con espinas blancas de 2 a 4 cm y gloquidios amarillentos abundantes. Las flores son de color amarillo, de 5 a 7 cm de diámetro. El fruto (tuna) es rojo a morado en la madurez, de 3 a 5 cm, comestible. El nombre leucotricha alude a los pelos blancos de los areoles (CONABIO, 2021).

Distribución: Endémica del centro-norte de México, en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí y Jalisco. En Durango se localiza en matorrales semiáridos y zonas de transición.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Pinus lumholtzii***

Nombre común: Pino triste, Ocote torcido, Pino llorón



Descripción: Árbol de 5 a 20 m de altura perteneciente a la familia Pinaceae. Su fuste puede ser recto o ligeramente tortuoso; la corteza es pardo-rojiza con placas gruesas y escamosas. Las hojas se agrupan en fascículos de 3 (ocasionalmente 2 o 4), son de 20 a 40 cm de longitud, notablemente péndulas (colgantes) lo que le da su nombre común de "pino triste" o "pino llorón". Los conos son ovoides, de 5 a 8 cm de longitud. Las semillas tienen ala articulada. Habita en bosques de pino-encino de la Sierra Madre Occidental entre 1,500 y 2,800 msnm (Farjon y Styles, 1997).



Distribución: Especie endémica de México, con distribución restringida a la Sierra Madre Occidental en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Pinus rudis*

Nombre común: Ocote, Pino rugoso, Pino de las alturas



Descripción: Árbol de 10 a 25 m de altura perteneciente a la familia Pinaceae. Su corteza es grisácea a pardo-rojiza, con fisuras longitudinales profundas. Las hojas se agrupan en fascículos de 5, son rígidas y ligeramente curvas, de 10 a 20 cm de longitud. Los conos son subglobosos a ovoides, de 5 a 10 cm, con apófisis engrosadas y mucronadas. La madera es de alta densidad y dureza. Forma bosques puros o mixtos en las partes más altas de las sierras. Actualmente varios autores consideran este taxón como sinónimo de Pinus hartwegii (Farjon, 2010).

Distribución: Se distribuye en la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental de México, así como en Guatemala y Honduras, en bosques de coníferas de alta montaña entre 2,500 y 4,000 msnm. En Durango ocupa las partes más elevadas de la sierra.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Pinus teocote*

Nombre común: Ocote chino, Pino teocote, Ocote colorado



Descripción: Árbol de 10 a 30 m de altura perteneciente a la familia Pinaceae, uno de los pinos más abundantes y de mayor importancia económica de México. Su corteza es pardo-rojiza a grisácea, con placas irregulares. Las hojas se agrupan en fascículos de 3 (rara vez 2 o 4), de 8 a 18 cm de longitud. Los conos son ovoides de 3 a 6 cm, persistentes y deflexos; las escamas tienen escudetes planos con múcron pequeño. Las semillas tienen ala larga. Tolera una amplia variación climática y edáfica (Perry, 1991).



Distribución: Especie endémica de México y Guatemala, ampliamente distribuida en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico. Durango es uno de sus principales centros de abundancia y diversidad.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Potentilla anserina***

Nombre común: Hierba de la plata, Cincoenrama, Argentina



Descripción: Hierba perenne estolonifera de la familia Rosaceae, con tallos rastreros de 20 a 80 cm de longitud. Sus hojas son imparipinnadas, con 7 a 25 folíolos aserrados de 1 a 4 cm; el envés es plateado-tomentoso por densa pubescencia sedosa. Las flores son solitarias, amarillas, de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, con 5 pétalos. El receptáculo es carnoso, con numerosos aquenios en la madurez. La especie presenta actualmente el nombre válido de Argentina anserina (L.) Rydb. (Eriksson et al., 2003).



Distribución: Distribución circumboreal; especie nativa del hemisferio norte, también naturalizada en México en zonas templadas y húmedas. En Durango se localiza en pastizales de alta montaña y orillas de corrientes de agua fría entre 2,000 y 3,500 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Psacalium eriocarpum***

Nombre común: Matarique, Hierba del venado, Chicura



Descripción: Hierba perenne de 30 a 80 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae, con raíces tuberosas ovoides. Sus hojas basales son palmatifidas a profundamente lobuladas, de 10 a 30 cm de longitud, con el envés densamente blanquecino-tomentoso; las hojas caulinares son reducidas. Los capítulos son discoides, de flores blancas a cremas, agrupados en corimbos terminales amplios. Los frutos son aquenios con papus blanco. Florece de agosto a noviembre (Robinson y Brettell, 1973).

Distribución: Endémica de México, distribuida en la Sierra Madre Occidental en los estados de Durango, Sinaloa, Jalisco y Nayarit. En Durango se localiza en bosques de pino-encino y pastizales de la sierra entre 1,500 y 2,800 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Pseudognaphalium canescens***

Nombre común: Gordolobo, Hierba del venado, Viejito



Descripción: Hierba perenne o bienal de 20 a 60 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae, densamente lanuginosa-blanquecina. Sus hojas son alternas, lanceoladas, de 3 a 8 cm de longitud, con la cara superior verde-grisácea y la inferior blanco-tomentosa. Los capítulos son pequeños, cilíndricos, con flores amarillas, reunidos en corimbos terminales compactos con brácteas papiráceas hialinas o amarillentas. El papus es blanco. Florece de agosto a noviembre (Andenberg, 1991).

Distribución: Oeste de Estados Unidos y México. Especie nativa ampliamente distribuida en pastizales, matorrales y bordes de bosque. En Durango se localiza en pastizales y laderas perturbadas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Pteridium aquilinum***

Nombre común: Helecho bracken, Helecho aguileño, Calaguala



Descripción: Helecho rizomatoso de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Dennstaedtiaceae. Sus frondes son grandes, triangulares, 2 a 4 pinnadas, con pecíolo robusto de color pardo. Las pínnulas son alargadas con el margen revoluto que cubre los soros en línea continua (soros marginales protegidos por el margen revolto). Presenta un rizoma horizontal subterráneo profundo y muy resistente al fuego, lo que le permite colonizar rápidamente áreas quemadas. Es tóxica para el ganado en altas dosis (Page, 1976).



Distribución: Distribución subcosmopolita, una de las plantas vasculares de mayor distribución en el mundo. En México se localiza en zonas templadas y húmedas. En Durango es frecuente en bordes de bosque, zonas quemadas y áreas perturbadas.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Quercus albocincta*

Nombre común: Encino blanco, Encino prieto, Encino blanco de la sierra



Descripción: Árbol de 5 a 15 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae. Sus hojas son obovadas a obovado-oblongas, de 5 a 15 cm de longitud, con margen entero u ondulado. La cara superior es verde oscuro brillante; la inferior presenta mechones de pelos blancos en las axilas de los nervios secundarios, característica diagnóstica de la especie (albocincta = cinturada de blanco). Las bellotas son ovoides, de 1.5 a 2.5 cm, en cúpulas hemisféricas profundas con escamas planas. Florece de marzo a mayo. Habita en bosques de encino-pino (Nixon, 1993).

Distribución: Endémica de México, restringida a la Sierra Madre Occidental en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango, entre 1,500 y 2,500 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Quercus castanea*

Nombre común: Encino negro, Encino castaño, Encino colorado



Descripción: Árbol de 5 a 20 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae. Sus hojas son oblanceoladas a obovadas, de 8 a 18 cm de longitud, con 5 a 10 pares de lóbulos aristados terminados en punto duro. La cara superior es verde oscuro brillante y la inferior es pálida con pubescencia estrellada. La corteza es oscura y fisurada. Las bellotas son semiexsertas en cúpulas con escamas aplanadas apretadas. Forma bosques densos en zonas templadas (CONABIO, 2020).

Distribución: México y Guatemala, ampliamente distribuido en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico. En Durango es uno de los encinos más abundantes del bosque de pino-encino. Especie nativa.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Quercus crassifolia*

Nombre común: Encino de asta, Encino roble, Encino colorado



Descripción: Árbol de 5 a 25 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae. Sus hojas son ovadas a elípticas, de 6 a 18 cm de longitud, gruesas y coriáceas, con margen ondulado-lobulado y dientes aristados; el envés presenta escamas estrelladas de color amarillo-blanquecino. Las bellotas son pequeñas, ovoides, de 1 a 1.5 cm, en cúpulas con escamas planas y apretadas. La corteza es grisácea con fisuras verticales. Importante para la producción de madera y carbón (Enciclovida, 2022).



Distribución: México y Centroamérica. Especie nativa ampliamente distribuida en la Sierra Madre Occidental, Oriental y Eje Neovolcánico. Durango es uno de los estados de mayor diversidad y abundancia de esta especie.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Quercus obtusata*

Nombre común: Encino duraznillo, Encino garrancho, Encino chino



Descripción: Árbol de 5 a 15 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae. Sus hojas son obovadas, de 5 a 12 cm de longitud, con 3 a 5 pares de lóbulos obtusos (sin punta aristada) que distinguen a esta especie de los encinos del grupo Lobatae. La cara superior es verde oscuro y la inferior presenta pubescencia estrellada densa. Las bellotas son ovoides en cúpulas hemisféricas profundas con escamas planas. Florece de marzo a mayo (CONABIO, 2022).

Distribución: Endémica de México, distribuida en la Sierra Madre Occidental y zona de transición al Eje Neovolcánico, en Durango, Jalisco, Sinaloa y Nayarit. En Durango se localiza en bosques de pino-encino y encino puro de 1,200 a 2,500 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Quercus rugosa*

Nombre común: Encino rugoso, Encino peñasco, Encino tesmolillo



Descripción: Árbol de 5 a 20 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae. Sus hojas son características por ser oblanceoladas a espatuladas, de 8 a 22 cm de longitud, con la cara superior rugosa y brillante de color verde oscuro, margen con dientes aristados; el envés presenta pubescencia estrellada densa de color amarillento. Las bellotas son alargadas en cúpulas profundas con escamas tuberculadas. Corteza oscura y fisurada. Es de las especies de encino más fácilmente reconocibles por su follaje rugoso (Nixon, 1993).



Distribución: México (Sierra Madre Occidental y Oriental) y Centroamérica. Especie nativa distribuida en bosques de pino-encino desde 1,200 hasta 3,000 msnm. En Durango es frecuente en las serranías.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Quercus sideroxyla*

Nombre común: Encino amarillo, Encino roble, Encino prieto



Descripción: Árbol de 8 a 25 m de altura perteneciente a la familia Fagaceae, con madera extremadamente dura y densa (sideroxyla = madera de hierro). Sus hojas son lanceoladas a oblanceoladas, de 6 a 18 cm de longitud, coriáceas, con margen aristado; la cara superior es brillante verde oscuro. Las bellotas son alargadas y angostas, semiexsertas en cúpulas planas con escamas planas. La corteza es oscura y agrietada. Es una especie de alto valor maderable (Enciclovida, 2021).



Distribución: Endémica de México, con distribución en la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua, Durango, Sinaloa y Nayarit, entre 1,200 y 2,800 msnm. Es uno de los encinos más representativos de Durango.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Richardia scabra*

Nombre común: Estrellita, Yerba del moro, Sangre de toro



Descripción: Hierba anual o perenne de 15 a 50 cm de longitud, postrada o ascendente, perteneciente a la familia Rubiaceae. Sus tallos son pubescentes a hirtos. Las hojas son opuestas, ovadas a elípticas, de 2 a 5 cm de longitud, pubescentes y ásperas al tacto. Las flores son blancas, pequeñas, en cabezuelas terminales densas rodeadas de brácteas. El fruto es un esquizocarpo de 3 a 6 mericarpios ovoides, tuberculados o rugosos, de 2 a 3 mm. Florece todo el año en zonas con precipitación (Standley y Steyermark, 1974).



Distribución: Se encuentra desde México a Sudamérica y el Caribe. Especie nativa. En Durango se localiza en sitios abiertos, pastizales, bordes de caminos y zonas perturbadas de diversas altitudes.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Salvia elegans*

Nombre común: Hierba del burro, Salvia roja, Mirto rojo



Descripción: Arbusto de 0.5 a 2 m de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas, de 4 a 10 cm de longitud, pubescentes y aromáticas, con un olor característico a piña. Las flores son tubulares, de color rojo escarlata, de 2 a 3 cm de longitud, con cáliz también rojizo; se disponen en verticilastros formando racimos terminales que atraen colibríes. El fruto son cuatro núculas ovoides. Florece de agosto a enero (Epling, 1939).



Distribución: México y Guatemala. Especie nativa distribuida en bosques de pino-encino mesófilos y cañadas húmedas. En Durango se localiza en laderas con alta humedad y cañadas boscosas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Salvia lavanduloides*

Nombre común: Salvia lavanda, Hierba del perro, Salvia grisácea



Descripción: Arbusto de 0.3 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas a lanceoladas, de 2 a 5 cm de longitud, con pubescencia grisácea a blanquecina densa en ambas superficies que le dan un aspecto plateado. Las flores son de color lavanda a violáceo, bilabiadas, en espigas terminales interrumpidas con verticilastros de 6 flores y brácteas ovadas. Florece de agosto a noviembre. Habita en matorrales y pastizales semiáridos (Ramamoorthy, 1984).

Distribución: Endémica de México, distribuida en el centro, occidente y noroeste del país. En Durango se localiza en laderas y zonas de transición de la Sierra Madre Occidental, en matorrales semiáridos subhúmedos.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: ***Salvia polystachya***

Nombre común: Salvia multiespiga, Chía silvestre, Hierba del negro



Descripción: Hierba o subarbusto de 0.3 a 1.5 m de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas, de 5 a 12 cm de longitud, con margen crenado-aserrado, pubescentes. Las flores son bilabiadas, de color rosado a lila, en espigas múltiples terminales y axilares, con 4 a 20 flores por verticilo y brácteas pequeñas. Los frutos son núculas ovoides lisas. Florece de septiembre a enero. Habita en pastizales, matorrales y orillas de bosque (Enciclovida, 2022).

Distribución: México y Centroamérica. Especie nativa. En Durango se localiza en pastizales, matorrales y áreas perturbadas de la Sierra Madre Occidental.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Salvia regla*

Nombre común: Salvia real, Salvia orejona, Mirto montañés



Descripción: Arbusto de 1 a 3 m de altura perteneciente a la familia Lamiaceae. Sus hojas son opuestas, ovadas a deltoides, de 3 a 8 cm de longitud, con margen crenado y nerviación bien marcada. Las flores son tubulares, de color escarlata a rojo intenso, de 3 a 4 cm de longitud, con cáliz infundibuliforme rojo oscuro; se disponen en racimos terminales y son visitadas preferentemente por colibríes. Florece de agosto a enero. Habita en bosques templados húmedos (Ramamoorthy, 1984).

Distribución: Endémica de México, distribuida en la Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico en los estados de Durango, Jalisco y Michoacán. En Durango se localiza en bosques de pino-encino y zonas templadas con alta humedad.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Nombre científico: *Senna pallida*

Nombre común: Frijolillo, Venadillo, Sena pálida



Descripción: Arbusto de 1 a 3 m de altura perteneciente a la familia Fabaceae. Sus hojas son paripinnadas, con 3 a 5 pares de folíolos elípticos a ovados, de 2 a 4 cm de longitud, con un nectario extrafloral en el pecíolo. Las flores son papilionáceas, de color amarillo brillante, de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, en racimos axilares de 5 a 10 flores. Las vainas son lineares, planas o subcilíndricas, de 8 a 15 cm de longitud. Florece de agosto a noviembre (Irwin y Barneby, 1982).



Distribución: México a Sudamérica y el Caribe. Especie nativa. En Durango se localiza en matorrales semiáridos, vegetación secundaria y zonas de transición de la vertiente cálida.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: *Solanum torvum*

Nombre común: Berenjena de monte, Chichiquelite, Tobaco silvestre



Descripción: Arbusto o árbol pequeño de 1 a 4 m de altura perteneciente a la familia Solanaceae, con espinas ganchudas en tallos y hojas. Sus hojas son grandes, ovadas, de 8 a 20 cm de longitud, profundamente lobuladas o sinuosas, pubescentes con tricomas estrellados. Las flores son blancas, de 1.5 a 2 cm de diámetro, en cimas compuestas con estambres amarillos prominentes. El fruto es una baya esférica de 1 a 1.5 cm de diámetro, amarillo-verdosa. El látex puede causar irritación en piel sensible (Nee, 1993).



Distribución: México a Sudamérica y el Caribe; también introducida en Asia y África. Especie nativa. En Durango se localiza en matorrales secundarios y zonas perturbadas de clima cálido y subcálido.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico: ***Tagetes lucida***

Nombre común: Pericón, Cempasúchil del monte, Hierba del venado, Santa María



Descripción: Hierba perenne aromática de 30 a 80 cm de altura perteneciente a la familia Asteraceae. Sus hojas son alternas, lanceoladas, de 4 a 9 cm de longitud, con puntuaciones glandulares transparentes visibles al trasluz que producen un intenso aroma a anís. Las cabezuelas son liguladas, con 3 a 5 lígulas amarillas y disco amarillo, reunidas en corimbos terminales compactos. El papus es de escamas desiguales. Florece de agosto a noviembre. Tiene usos medicinales y rituales tradicionales, y como condimento (CONABIO, 2021c).



Distribución: Endémica de México y Guatemala. En México se distribuye ampliamente en zonas templadas a subhúmedas. En Durango se localiza en bordes de camino, pastizales y orillas de bosque de la Sierra Madre Occidental, entre 1,200 y 2,800 msnm.

Estatus de conservación: No se encuentra ubicada en ninguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Andenberg, A. A. (1991). Taxonomy and phylogeny of the tribe Gnaphalieae. Opera Botanica, 104, 1–195.

Atkins, S. (2004). Verbenaceae. En Kadereit, J. W. (Ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. VII. Springer.

Barneby, R. C. (1991). Sensitivae Censitae: A description of the genus Mimosa Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. Mem. New York Bot. Gard., 65, 1–835.

Brandbyge, J. (1986). A revision of the genus Eriosema (Leguminosae). Nordic Journal of Botany, 6(4), 381–558.

Bustos-Brito, C., Andrade-Cetto, A., Giraldo-Aguirre, J. D., Moreno-Vargas, A. D., & Quijano, L. (2016). Acute hypoglycemic effect and phytochemical composition of Ageratina petiolaris. Journal of Ethnopharmacology, 185, 341–346. https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.048

Carranza, E. (2007). Convolvulaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes, fasc. 150. Instituto de Ecología, A.C.

Churchill, S. P. y Linares, E. L. (1995). Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Biblioteca José Jerónimo Triana 12(1-2). Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.

CONABIO. (2016). Dodonaea viscosa. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/167357

CONABIO. (2020a). Lantana canescens. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2020b). Acaciella angustissima (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/172606-acaciella-angustissima

CONABIO. (2021a). Arctostaphylos pungens. In Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.), Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/164023-arctostaphylos-pungens

CONABIO. (2021b). Pinus lumholtzii. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2021c). Tagetes lucida. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2022). Bursera fagaroides. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2023). Baccharis heterophylla. Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2025a). Acacia pennatula (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.). Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/155103-acacia-pennatula

CONABIO. (2025b). Bartlettina karwinskiana, Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

CONABIO. (2025c) Clematis dioica, Enciclovida. https://enciclovida.mx/especies/

Enciclovida. (2022). Lobelia fenestralis. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/especies/

Epling, C. (1939). A revision of Salvia, subgenus Calosphace. Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. 110, 1–383.

Eriksson, T., Donoghue, M. J. y Hibbs, M. S. (2003). Phylogenetic analysis of Potentilla using DNA sequences of nuclear ribosomal internal transcribed spacers. Syst. Bot., 28, 211–229.

Farjon, A. (2010). A Handbook of the World's Conifers. Brill.

Farjon, A. y Styles, B. T. (1997). Flora Neotropica. Monograph 75. Pinus (Pinaceae). New York Botanical Garden.

Flora of North America Editorial Committee. (2014). Flora of North America North of Mexico. Oxford University Press.

Food and Agriculture Organization (FAO). (1977). Cajanus cajan (Millsp.) Huth. En: El cajanus. FAO, Roma.

González-Espinosa, M., Meave, J. A. y Ramírez-Marcial, N. (1991). Karwinskia humboldtiana. Flora de Veracruz, fasc. 68.

Hawksworth, D. L. y Seaward, M. R. D. (1977). Lichenology in the British Isles 1568–1975. The Richmond Publishing Co.

iNaturalist. (2026). Flor de Espuma (Ageratina adenophora). https://www.inaturalist.org/taxa/64114-Ageratina-adenophora

Irwin, H. S. y Barneby, R. C. (1982). The American Cassiinae. Mem. New York Bot. Gard., 35, 1–918.

Johnston, I. M. (1928). Studies in the Boraginaceae. Contr. Gray Herb., 81, 3–83.

King, R. M. y Robinson, H. (1987). The genera of the Eupatorieae (Asteraceae). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard., 22, 1–581.

Luckow, M. (1992). Crotalaria. Flora of the Guianas. Koenigstein.

Luna Vázquez, M. (2018). Preparación de diterpenos aromáticos a partir del producto natural de Ageratina petiolaris [Maestría en Ciencias Químicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/2294/IIQB-M-2018-0479.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nee, M. (1993). Solanaceae II. En Sosa, V. (ed.). Flora de Veracruz. Fasc. 72.

Nesom, G. L. (1989). The genus Erigeron (Asteraceae) in Mexico and Central America. Phytologia, 67, 67–88.

Nesom, G. L. (2006). Baccharis. En Flora of North America Editorial Committee (Ed.), Flora of North America North of Mexico (Vol. 19). Oxford University Press.

Nixon, K. C. (1993). The genus Quercus in Mexico. En: Ramamoorthy, T. P. et al. (eds.), Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press.

Page, C. N. (1976). The taxonomy and phytogeography of bracken — a review. Bot. J. Linn. Soc., 73, 1–34.

Paton, A. (1992). A synopsis of Ocimum (Labiatae) in Africa. Kew Bull., 47, 403–435.

Perry, J. P. (1991). The Pines of Mexico and Central America. Timber Press.

Peterson, P. M. (2003). Muhlenbergia. En Flora of North America Vol. 25. Oxford University Press.

Ramamoorthy, T. P. (1984). Salvia (Lamiaceae) in Mexico. J. Arnold Arb., 65, 135–180.

Robinson, H. y Brettell, R. D. (1973). Studies in the Senecioneae (Asteraceae). I. Psacalium. Phytologia, 27, 57–68.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México. Diario Oficial de la Federación.

Sousa, M. (1987). Los géneros de leguminosas de México. Instituto de Biología, UNAM.

Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1974). Rubiaceae. Flora of Guatemala. Fieldiana, Bot. 24.

Stirton, C. H. (1978). Eriosema. En: Polhill, R. M. y Raven, P. H. (eds.), Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens, Kew.

Sutton, J. (2021). Arbutus Mexican Species. Trees and Shrubs Online. International Dendrology Society. https://www.treesandshrubsonline.org/articles/arbutus/arbutus-mexican-species/

Turner, B. L. (1997). The Comps of Mexico. Vol. 6. Phytologia Memoirs 11.

Turner, B. L. y Dillon, M. O. (1986). Montanoa. Phytologia, 60, 432–440.

Verdcourt, B. (1963). Convolvulaceae. En Flora of Tropical East Africa. Crown Agents.

Vibrans, H. (coord.). (2009). Malezas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. Interciencia, 28, 1–7.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. Rev. Mex. Biodivers., 87, 559–902.

Anexo X

Propagación vegetativa en planillas de barrenación

Economía
Secretaría de Economía
SGM
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

La revegetación se llevará a cabo en aquellas planillas que se encuentran en vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, para ello se utilizará nopal (*Opuntia* spp).

Se utilizará nopal (*Opuntia* spp) por su fácil propagación por medio de raquetas (cladodios), debido a que estas desarrollan raíces al corto tiempo de ser establecidas, siempre y cuando se realice un estrés previo de 20 días (Vázquez *et. al.* 2010), la obtención de las raquetas se realizará utilizando individuos que se encuentre en los alrededores del área, cabe hacer la aclaración que solo se obtendrán 3 raquetas de cada individuo con la finalidad de no afectar su desarrollo. Esta especie tiene efectos de restauración ya que conserva suelo y controla la erosión (Vázquez *et. al.* 2010).

La densidad de plantación para las áreas templadas de acuerdo a la CONAFOR (2010), es de entre 900 a 625 plantas por hectárea, considerando las dimensiones de las planillas de barrenación que son de 5 X 5 m (25 m^2), se consideraría establecer 3 individuos por planilla de barrenación, en una distribución uniforme de tres filas por dos columnas (Figura 1).

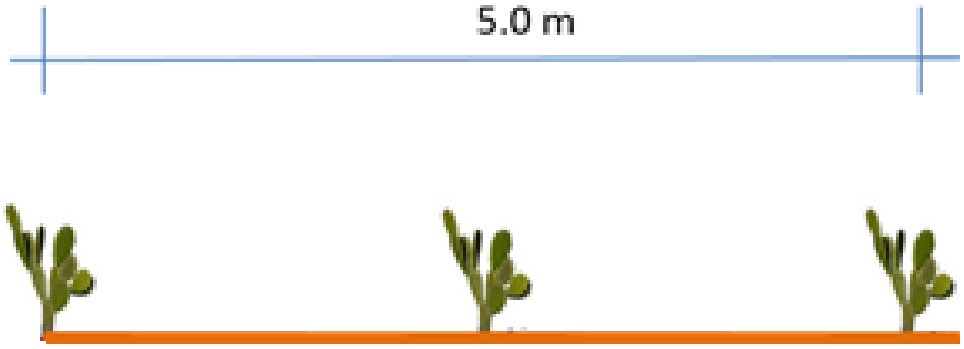


Figura 1. Distribución de individuos para actividades de revegetación en las planillas de barrenación.

Las especies vegetales seleccionadas no requieren ningún proceso previo a su establecimiento, incluyendo la preparación del terreno, tan solo se introducen en la tierra e inician un enraizamiento rápido y crecen de forma vigorosa (CONAFOR, 2015). Las plantas se sembrarán a una profundidad de hasta 1/3 de su tamaño en tierra previamente removida, además se compactará el suelo a su alrededor para evitar bolsas de aire que afecten su enraizamiento; la fecha de plantación estará definida por la época de lluvias en la región.

Es importante mencionar que esta especie tiene efectos de restauración ya que conservan el suelo y controlan la erosión, además de que es una especie que sobreviven bajo condiciones severas de sequía y altas temperaturas (Vázquez *et. al.* 2010).

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR; 2010). Prácticas de reforestación. Zapopan, Jalisco, México. 64 p.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR; 2015). Sistema Nacional de Información Forestal. [En línea] Portal de información. https://snigf.cnf.gob.mx/

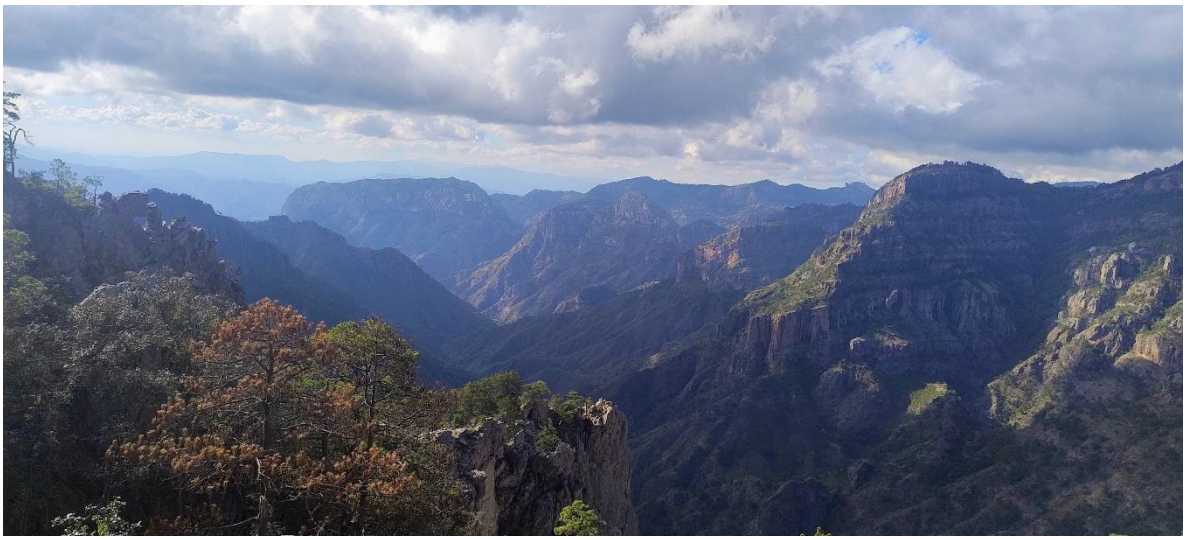
Vázquez A. R.E., Blanco M. F., Ojeda Zacarías Ma. Del C., Martínez López J.R., Valdés Cepeda R. D., Santos Haliscak A., y Háuad Marroquín L.A. (2010). Reforestación a base de nopal y maguey para la conservación de suelos y agua. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León. México. 20 p.

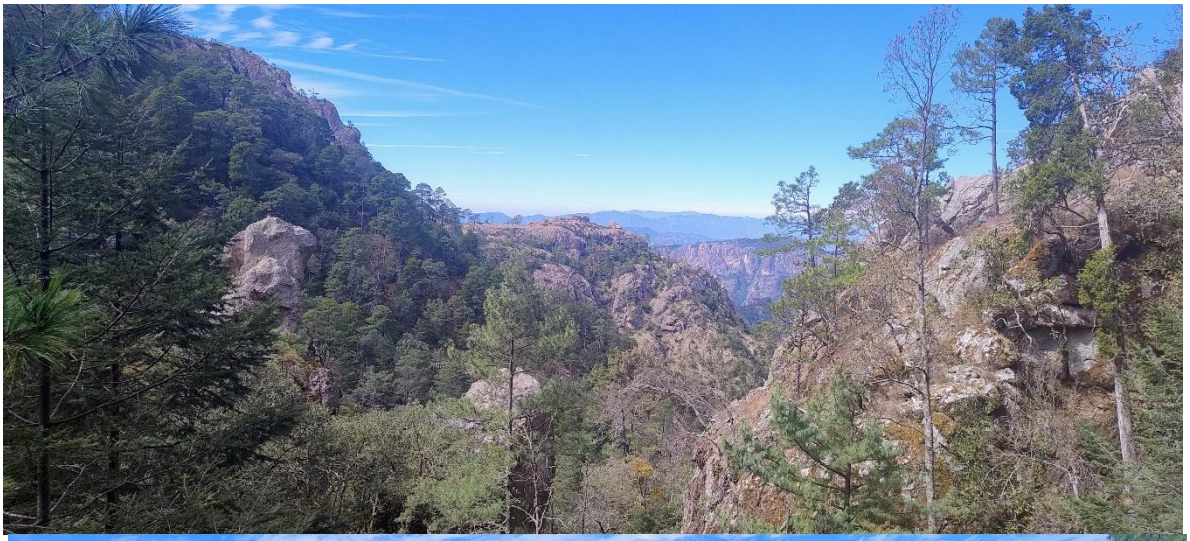
Anexo XI

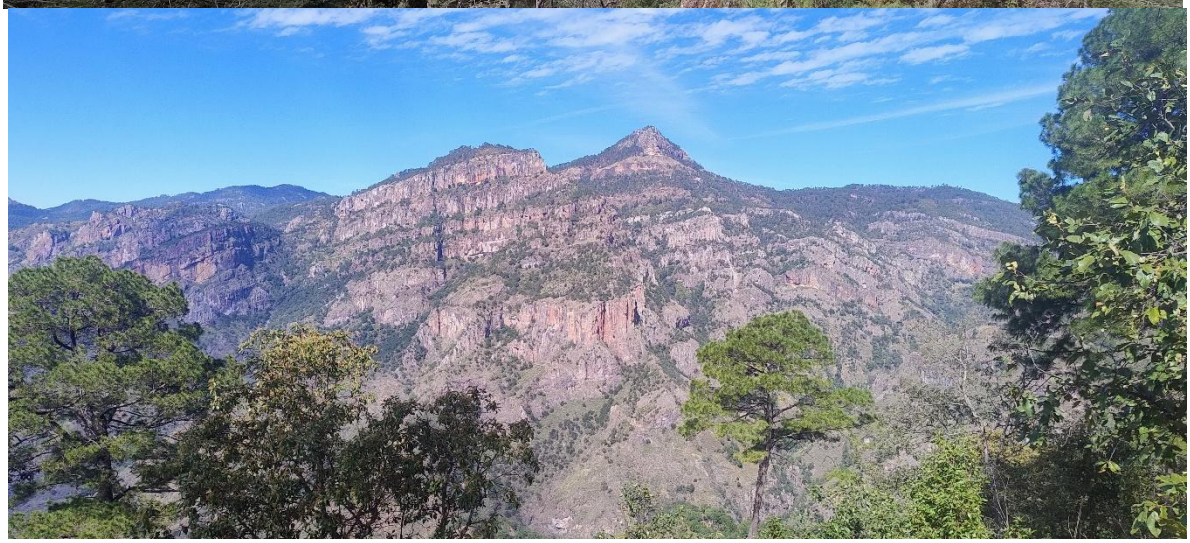
Memoria Fotográfica

Economía
Secretaría de Economía
SGM
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

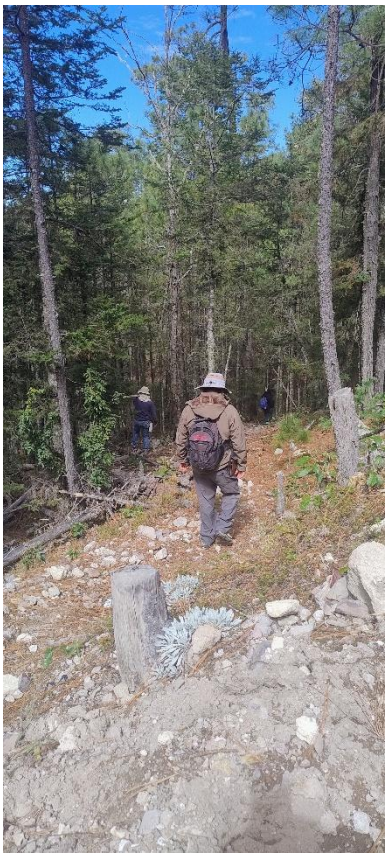
I. Vistas Panorámicas



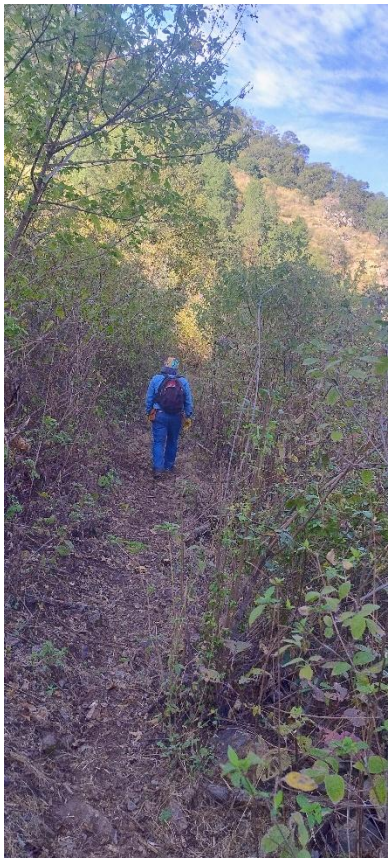




II. Recorridos

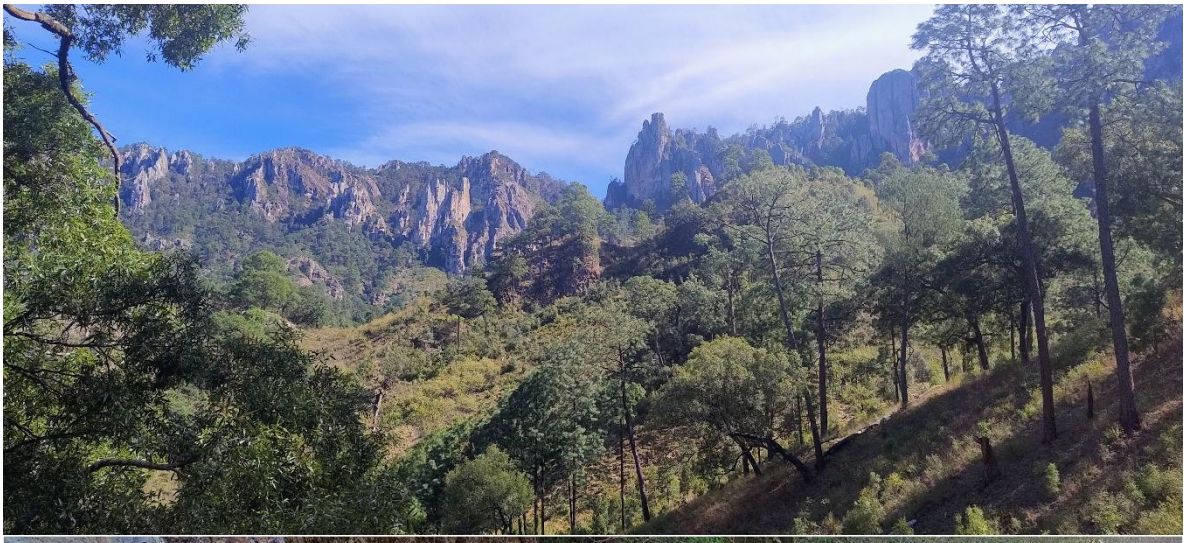






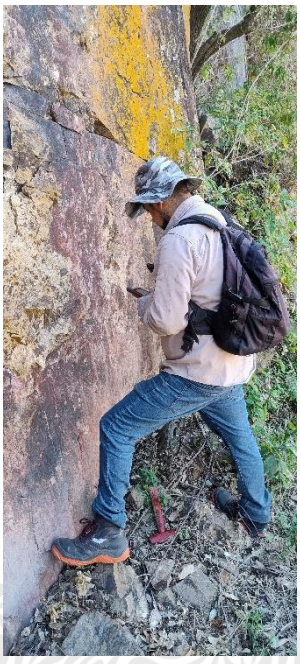


III.Geología



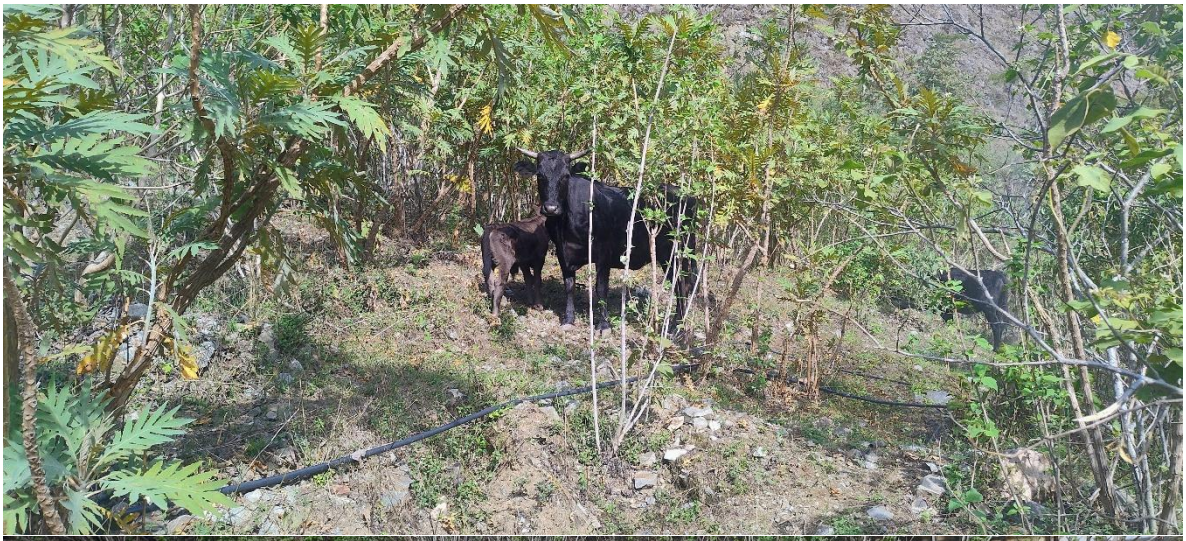








IV. Ganadería



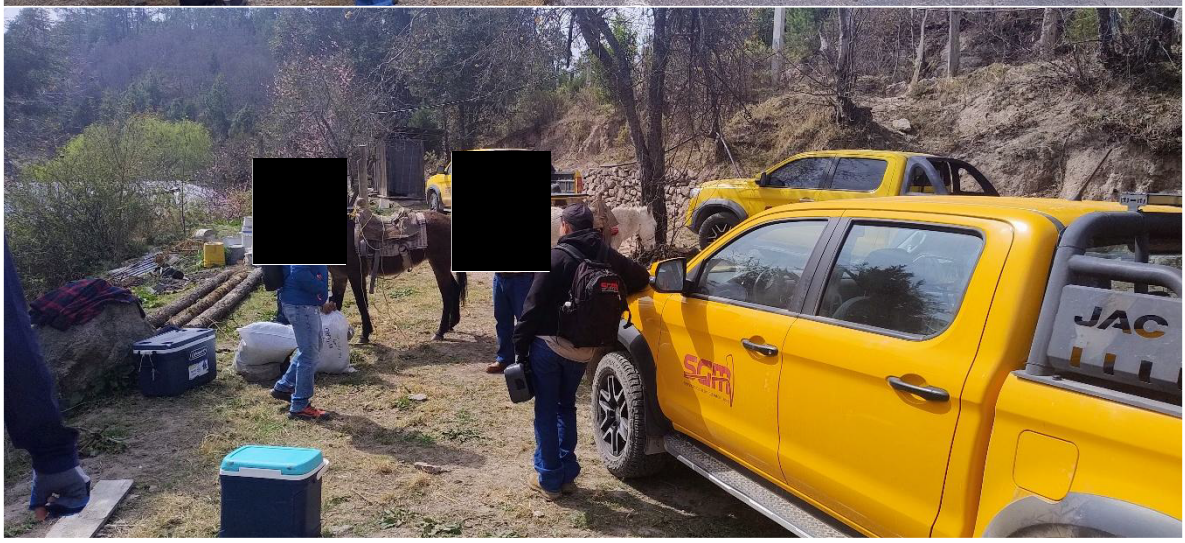




V. Infraestructura





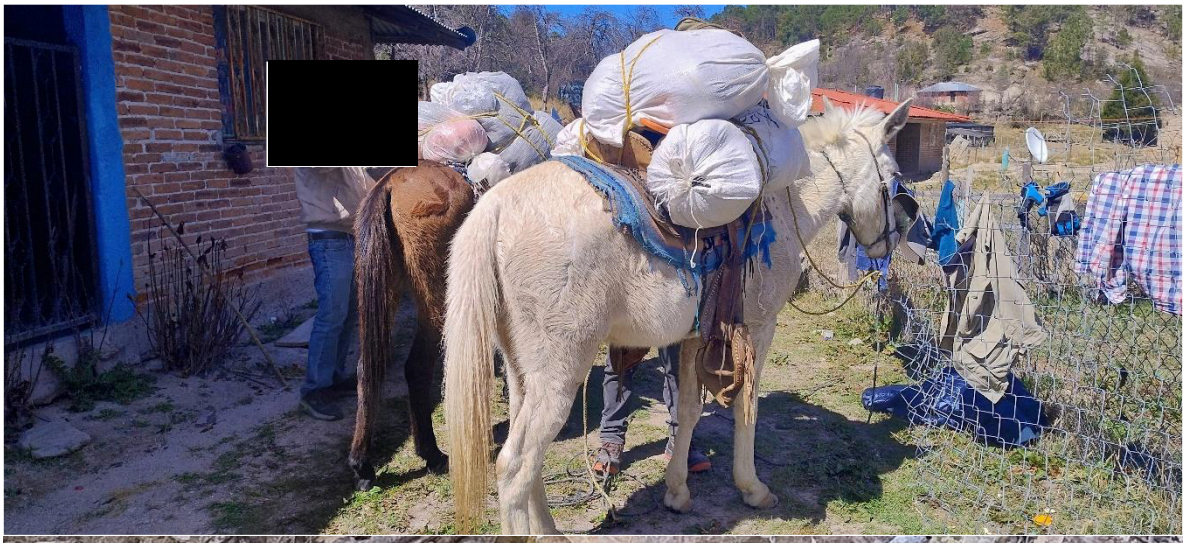




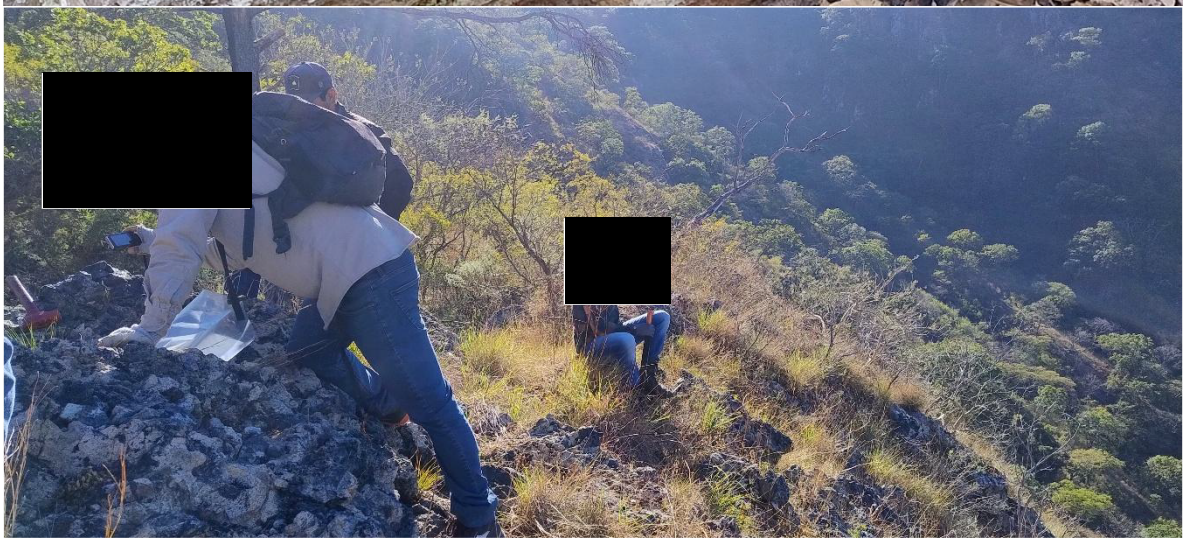



SGM

VI. Materiales y Métodos








10
20





VII. Equipo de trabajo

