MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES
MODALIDAD PARTICULAR



PROYECTO:

CUS BASALTO 2026

PROMOVENTE:

HOLCIM MÉXICO OPERACIONES, S.A. DE C.V.

CONSULTA PÚBLICA

SEPTIEMBRE, 2026 **HERMOSILLO, SONORA**

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... 6
I.1. Datos generales del proyecto: 6
I.1.1. Nombre del proyecto. 6
I.1.2. Ubicación del proyecto..... 6
I.1.3. Duración del proyecto. 7
I.2. Datos generales del promovente. 7
I.2.1. Nombre o razón social. 7
I.2.2. Registro federal de contribuyentes..... 7
I.2.3. Nombre del representante legal 7
I.2.4. Dirección del promovente..... 7
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8
I.3.1 Nombre o razón social 8
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP..... 8
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 8
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio..... 8
I.4. Descripción del proyecto..... 8
I.4.1. Naturaleza del proyecto. 8
I.4.2. Selección del sitio 9
I.4.3. Ubicación y dimensiones del proyecto 9
I.4.4. Inversión requerida 12
I.4.5. Dimensiones del proyecto..... 12
I.4.6. Uso actual de suelo 14
I.4.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 14
I.5. Características particulares del proyecto. 15
I.5.1. Programa de trabajo. 15
I.5.2. Etapa de preparación del sitio..... 26
I.5.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto..... 26
I.5.4. Construcción..... 27
I.5.5. Etapa de operación y mantenimiento. 27
I.5.6. Descripción de obras asociadas al proyecto 28
I.5.7. Etapa de abandono del sitio. 28
I.5.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 28
I.5.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 30
II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. 31
II.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 31
II.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora..... 32
II.3. Plan Municipal de Desarrollo 2025-2027. Hermosillo..... 34
II.4.Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 35
II.5. Leyes*:*..... 36
II.6. Reglamentos:..... 36
II.7. Normas Oficiales Mexicanas 37

II.8. Convenios o tratados internacionales 38
III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DESTACADA 42
III.1. Delimitación del área de estudio 42
III.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental 42
III.2.1. Medio abiótico 44
III.2.2. Medio biótico 72
III.3. Diagnóstico ambiental regional: señalamiento de la problemática ambiental detectada . 100
IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN , COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 102
IV.1. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. 102
IV.1.1. Identificación de los impactos ambientales 102
IV.1.2. Identificación de las afectaciones al sistema ambiental 112
IV.1.3. Evaluación de los impactos 125
IV.2. Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración 128
IV.2.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 128
IV.2.2. Impactos residuales 136
IV.3. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas. 136
IV.3.1. Pronóstico del escenario. 136
IV.3.2. Programa de vigilancia ambiental 142
IV.4. Conclusiones 142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la Fracción I del Predio San Juan. 9
Tabla 2. Coordenadas de los vértices del área del proyecto. 13
Tabla 3. Cronograma de del programa de trabajo. 15
Tabla 4. Sitios de muestreo en la microcuenca para estimar el coeficiente de variación. .. 17
Tabla 5. Especies de vegetación presente en el área de microcuenca. 19
Tabla 6. Sitios para estimar el coeficiente de variación. 20
Tabla 7. Especies de vegetación presente en el área del proyecto. 22
Tabla 8. Coordenadas de los sitios de muestreo. 22
Tabla 9. Fauna en el área de la microcuenca. 24
Tabla 10. Sitios de muestreo de fauna. 25
Tabla 11. Fauna en el área del proyecto. 26
Tabla 12. Equipo requerido para la extracción de materias primas. 27
Tabla 13. Estrategias sectoriales de la Unidad Ambiental Biofísica 104. Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales. 31
Tabla 14. Interacciones con los sectores y subsectores. 32
Tabla 15. Normas Oficiales Mexicana aplicables al proyecto. 37
Tabla 16. Cuencas de la RH9. 43
Tabla 17. Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BW. 45

Tabla 18. . Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BS1. 46
Tabla 19. Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BSo. 47
Tabla 20. Registro Meteorológico del área de sitio. 50
Tabla 21. Temperaturas medias, máximas y mínimas para el proyecto. 50
Tabla 22. Precipitación y evaporación potencial para el área del proyecto (mm). 50
Tabla 23. Generales acerca de la hidrología de la cuenca. 65
Tabla 24. Tipos de vegetación y usos del suelo en la cuenca. 73
Tabla 25. . Valor de importancia y demás parámetros del estrato arbóreo. 78
Tabla 26. Valor de importancia y demás parámetros del estrato arbustivo. 79
Tabla 27. Valor de importancia y demás parámetros para las cactáceas. 80
Tabla 28. Valor de importancia y demás parámetros para las herbáceas. 81
Tabla 29. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo. 82
Tabla 30. . Índice de Shannon-Wiener para los arbustos. 83
Tabla 31. Índice de Shannon-Wiener para las cactáceas. 84
Tabla 32. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo 84
Tabla 33. Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato arbóreo. 86
Tabla 34. . Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato arbustivo. 87
Tabla 35. Análisis de diversidad de la vegetación para cactáceas. 87
Tabla 36. Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato herbáceo. 88
Tabla 37. . Índice de biodiversidad para el estrato arbóreo. 89
Tabla 38. . Índice de biodiversidad para el estrato arbustivo. 90
Tabla 39. Índice de biodiversidad para cactáceas. 91
Tabla 40. Índice de biodiversidad para el estrato herbáceo. 92
Tabla 41. Coordenadas de los sitios de muestreo. 93
Tabla 42. Índice de diversidad del grupo de aves muestreadas en la microcuenca. 94
Tabla 43. Índice de diversidad del grupo de reptiles muestreadas en la microcuenca. 94
Tabla 44. Sitios de muestreo de fauna. 95
Tabla 45. Índice de diversidad de Shannon para las especies muestreadas en el área del proyecto del grupo de aves. 96
Tabla 46. Índice de diversidad de Shannon para las especies muestreadas en el área del proyecto del grupo de reptiles. 96
Tabla 47. Síntesis del inventario. 99
Tabla 48. Síntesis de la problemática ambiental detectada en la región. 100
Tabla 49. Valores para la evaluación de impactos. 108
Tabla 50. Matriz de identificación de impactos. 109
Tabla 51. Matriz de valoración de impactos. 110
Tabla 52. Principales impactos adversos. 126
Tabla 53. Principales impactos benéficos. 127

Tabla 54. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto. 6
Figura 2. Croquis del proyecto 7
Figura 3. Ubicación del predio el pinacate y el área del proyecto en relación con Estado-Municipio. 10
Figura 4. Municipios dentro de la Cuenca Río Sonora. 11
Figura 5. Ubicación del predio San Juan respecto a las Subcuencas de la cuenca Río Sonora. 12
Figura 6. Vértices del área del proyecto. 13
Figura 7. Distribución del muestreo en microcuenca. 18
Figura 8. Sitios de muestreo en el área del proyecto. 21
Figura 9. Ubicación del área del proyecto con respecto a la Región Ecológica. 31
Figura 10. Ubicación del proyecto con respecto al mapa del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora. 34
Figura 11. Área de localización en la cuenca del Río Sonora. 43
Figura 12. Municipios dentro de la cuenca Río Sonora. 44
Figura 13. . Tipos de climas presentes en la cuenca del Río Sonora. 47
Figura 14. Tipo de clima presente en el área del proyecto. 49
Figura 15. Ubicación de la estación climatológica 00026032 El Orégano. 49
Figura 16. Precipitación y evaporación potencial para el área del proyecto (mm). 51
Figura 17. . Precipitación y evaporación potencial en el área del proyecto. 51
Figura 18. Promedio de número de días con neblina al año. 52
Figura 19. Promedio del número de días con tempestad eléctrica al año. 53
Figura 20. Grado de riesgo por sequias en el área del proyecto. 54
Figura 21. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el área del proyecto. 55
Figura 22. Grado de riesgo de nevadas en el área del proyecto. 56
Figura 23. Provincias fisiográficas en la Cuenca del Río Sonora. 57
Figura 24. Subprovincias fisiográficas en la Cuenca del Río Sonora. 58
Figura 25. Geología de la cuenca del Río Sonora. 60
Figura 26. Geología presente en el área del proyecto. 61
Figura 27. Zonas vulnerables ante sismos. 62
Figura 28. . Tipos de suelos presentes en la cuenca donde se ubica el proyecto. 64
Figura 29. Tipo de suelo en el área del proyecto. 65
Figura 30. Hidrología de la cuenca del Río Sonora. 67
Figura 31. Acuíferos en la cuenca Río Sonora. 68

Figura 32. Ubicación del cuerpo de agua más cercano al área del proyecto. 71
Figura 33. Aguas subterráneas en el área del proyecto. 72
Figura 34. . Uso de suelo y vegetación presentes en la cuenca del Río Sonora (INEGI USV, serie VII). 73
Figura 35. Tipo de vegetación en el área del proyecto. 85
Figura 36. Porcentaje de las interacciones. 123
Figura 37. Porcentaje de las interacciones por factor. 124
Figura 38. Duración de impactos. 124
Figura 39. Importancia del impacto. 125
Figura 40. Impacto por magnitud. 125

ANEXOS

ANEXO 1. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL PREDIO
ANEXO 2. CONSTANCIA DEL PODER DEL PREDIO
ANEXO 3. CONTRATO DE COMODATO
ANEXO 4. ACTA CONSTITUTIVA
ANEXO 5. RFC
ANEXO 6. ACREDITACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
ANEXO 7. PLANOS DE CONJUNTO DEL PROYECTO
ANEXO 8. MATRIZ DE IMPACTO
ANEXO 9. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA
ANEXO 10. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA
ANEXO 11. ANEXO FOTOGRÁFICO

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

I.1. Datos generales del proyecto:

I.1.1. Nombre del proyecto.

CUS Basalto 2026

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto “CUS Basalto 2026” se desarrollará dentro del predio San Juan que se localiza al Este del Municipio de Hermosillo, Sonora, en el km 23 de la Carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa, en el Municipio de Hermosillo, Sonora. La superficie total del predio San Juan es de 3,000-33-98 ha y el área del presente proyecto es de 16-45-60 hectáreas.

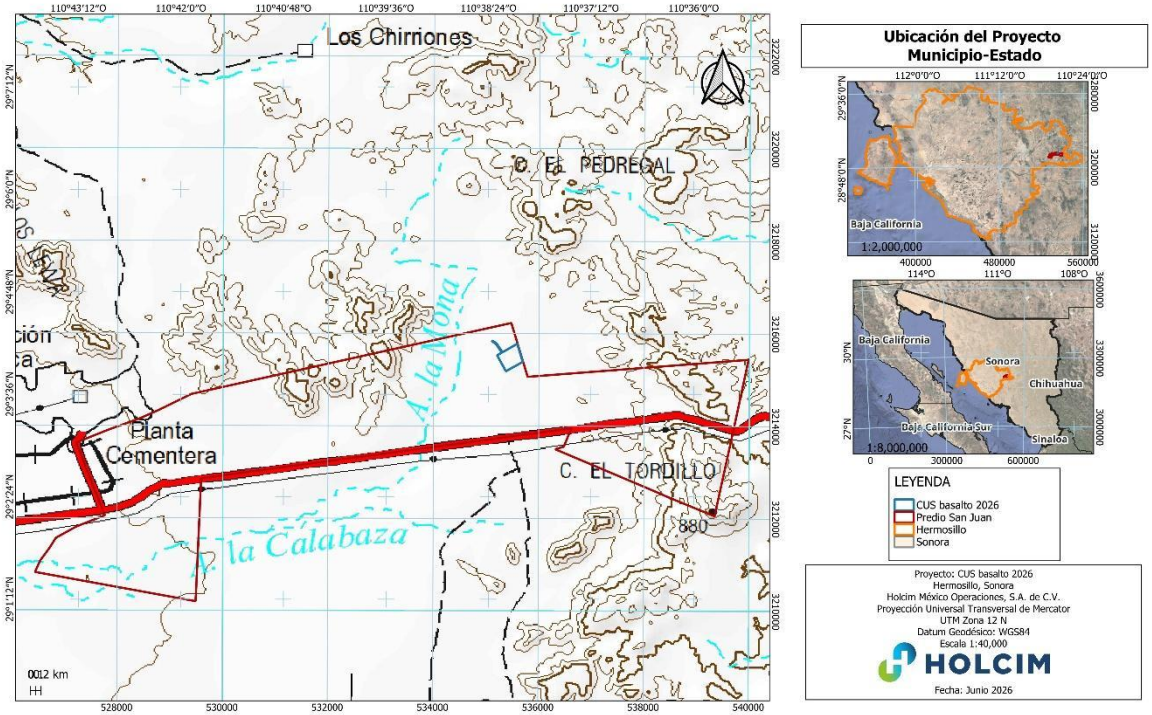


Figura 1. Ubicación del proyecto.

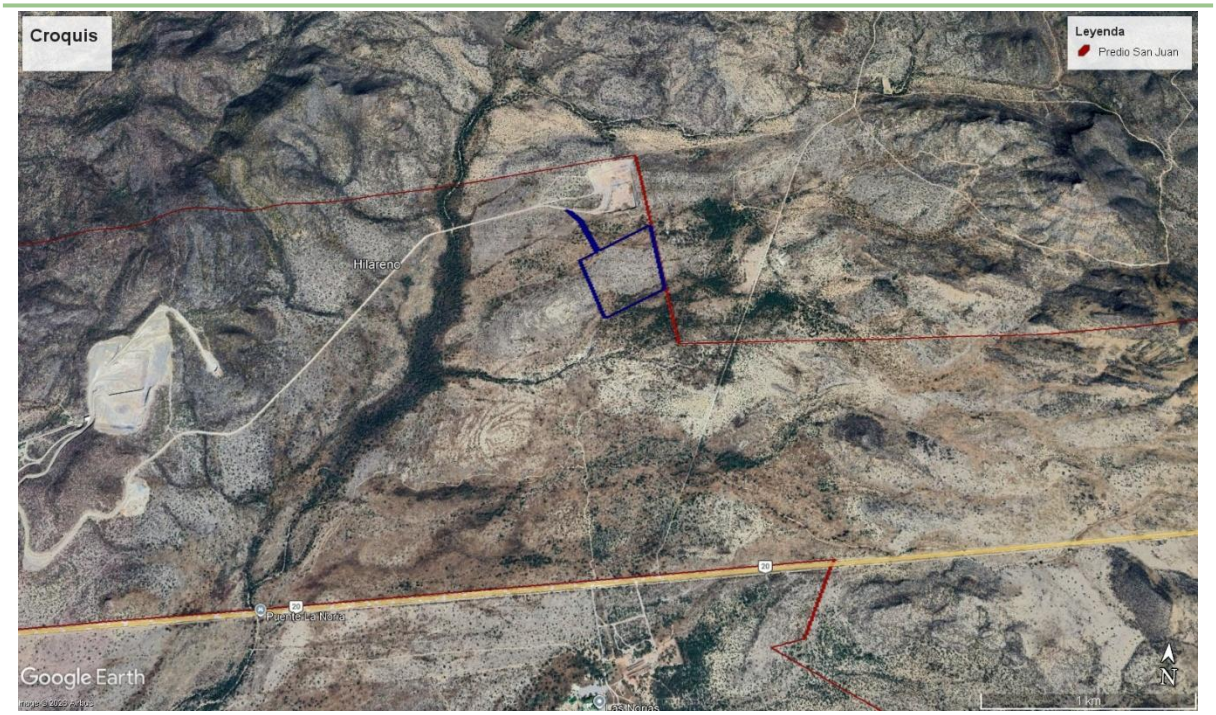


Figura 2. Croquis del proyecto

I.1.3. Duración del proyecto.

La duración de cambio de uso de suelo se pretende durar 5 años y la etapa de operación del aprovechamiento de basalto tendrá una duración de 30 años.

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o razón social.

Holcim México Operaciones, S.A. de C.V. (antes Cementos Apasco, S.A. de C.V.).

I.2.2. Registro federal de contribuyentes

[redacted]

I.2.3. Nombre del representante legal

[redacted]

I.2.4. Dirección del promovente

[redacted]

Acreditación Legal de la Empresa Promovente y la Propiedad del Predio

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Forestal Angel Consultoria, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.4. Descripción del proyecto.

I.4.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto que se pretende realizar está ubicado al Este del Municipio de Hermosillo, en el km 23 de la Carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa, en la sección Oeste, Norte y Este del Predio San Juan. La superficie total que ocupa el área sujeta al CUSTF en el que se establece el presente proyecto es de 16-45-60 hectáreas.

El proyecto “CUS Basalto 2026”, pretende cumplir con la legislación ambiental vigente a través de la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para el CUSTF, como parte de su estrategia de negocio para atender la demanda del mercado de la construcción en la región Noroeste del país, requiriendo la operación de extracción de las materias primas necesarias para la producción de cemento.

Como se removerá vegetación forestal en la operación de la citada Planta, se han considerado medidas de mitigación de los efectos adversos que esto pudiera ocasionar al ambiente, mismas que fueron planteadas en el estudio anterior. La vegetación y fauna silvestre son de los componentes de los ecosistemas que más se dañan al momento de realizar un cambio de uso de suelo, es por esto por lo que se propone un programa de rescate de las especies de flora silvestre clasificadas en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, nodrizas de cactáceas y/o de difícil regeneración. Dicho programa se orienta a los individuos susceptibles de rescate y trasplante, de tal manera que se asegure su supervivencia. Al igual que la flora silvestre, se elaboró un programa de rescate para la fauna que incluya las especies que pueden habitar o transitar por el área del proyecto, que se encuentran en alguna categoría de protección y/o no puedan trasladarse fuera de las áreas de desmonte por ellos mismos o su huida sea muy lenta, poniendo en riesgo su supervivencia. Este proyecto se realizará considerando todas las regulaciones aplicables, de tal manera que se asegure la extracción de materia prima durante los próximos 30 años.

I.4.2. Selección del sitio

El criterio para la selección del sitio consiste en cumplir con los requerimientos de calidad de la materia prima basalto para la elaboración de cemento. En el área del proyecto se detectó la presencia de este mineral, así mismo en la parte norte del proyecto se encuentra la cantera basalto por lo que el desarrollo de este es una ampliación de dicha área de explotación. El proyecto ya cuenta con caminos de acceso y los servicios necesarios para el personal y no será necesario el desarrollo de obras temporales.

El área no se encuentra en zona de atención prioritaria, no se observan zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de especies de fauna en alguna categoría de protección (de acuerdo con la normativa vigente), o bien las áreas de distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración de hábitat. No es una zona de aprovechamiento restringido o con veda forestal y/o de fauna, además no se clasifica como un ecosistema frágil.

I.4.3. Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto “CUS Basalto 2026” se desarrollará dentro del predio San Juan que se localiza al Este del Municipio de Hermosillo, Sonora, en el km 23 de la Carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa, en el Municipio de Hermosillo, Sonora. La superficie total del predio San Juan es de 3,000-33-98 ha y el área del presente proyecto es de 16-45-60 hectáreas.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la Fracción I del Predio San Juan.

VÉRTICE	COORDENADAS UTM	
	POLÍGONO GENERAL DEL PREDIO	
	ESTE X	NORTE Y
1	539,980.5284	3,215,446.8874
2	539,700.4706	3,213,933.8245
3	539,693.4901	3,213,897.0203
4	539,345.2316	3,212,060.8274
5	538,531.0706	3,212,439.8626
6	538,434.9704	3,212,484.0118
7	538,248.0000	3,212,578.0000
8	536,314.1431	3,213,502.7114
9	536,476.6738	3,213,556.9004
10	536,603.5859	3,213,908.2518
11	536,627.7130	3,213,953.7196
12	529,593.2093	3,212,855.5179
13	529,521.0302	3,210,901.2711
14	529,494.6056	3,210,197.0804
15	526,442.5550	3,210,822.2089
16	526,538.0390	3,211,065.7729
17	526,723.1643	3,211,353.9353
18	526,837.1985	3,211,561.0727
19	527,220.8400	3,211,804.6000
20	527,767.6864	3,212,051.6878
21	527,604.2967	3,212,513.9283
22	527,588.0952	3,212,553.5248
23	527,217.9412	3,213,623.0142

24	527,841.6904	3,213,907.7256
25	528,420.7247	3,214,147.0064
26	528,768.3722	3,214,322.6211
27	529,403.2655	3,214,679.0521
28	533,546.6589	3,215,737.5443
29	535,473.7598	3,216,229.1041
30	535,786.7360	3,215,066.4550
1	539,980.5284	3,215,446.8874
SUPERFICIE TOTAL= 3,000-33-98 ha		

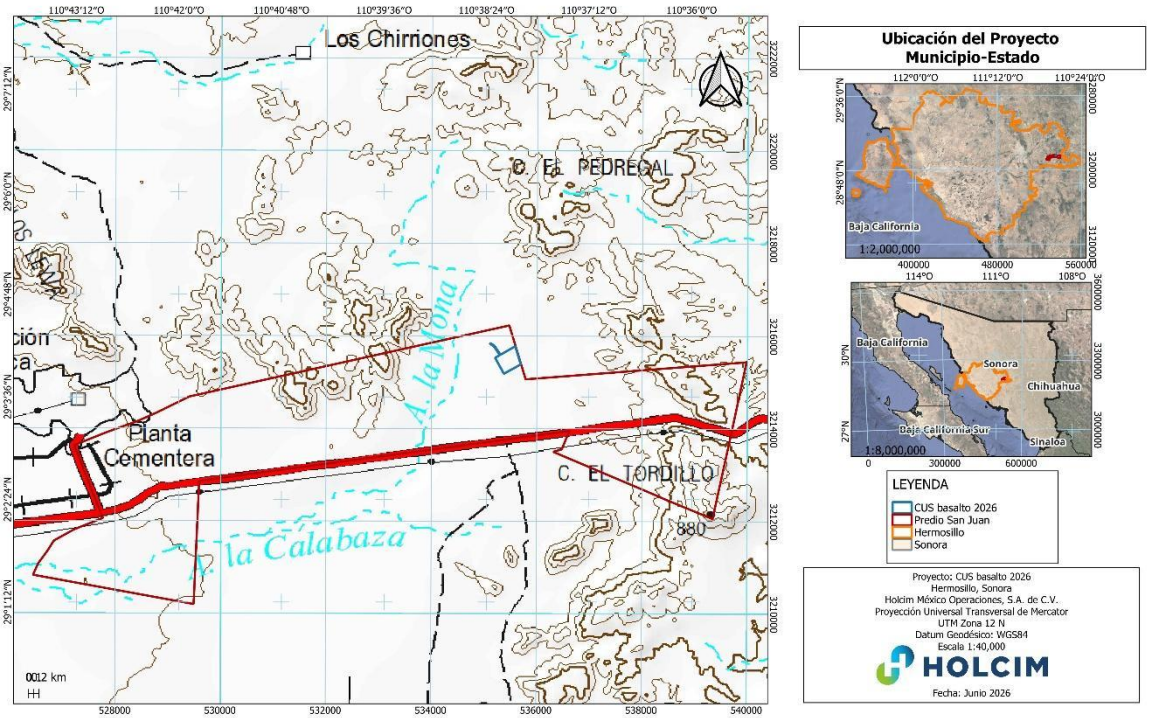


Figura 3. Ubicación del predio el pinacate y el área del proyecto en relación con Estado-Municipio.

a) La superficie total de la Fracción I del predio San Juan es de **3,000-33-98 m²**

b) El área para impactar total es **16-45-60 ha**. La cobertura vegetal presente en el área a impactar es **pastizal cultivado** en un 100%.

c) El predio objeto en el que se solicita el cambio de uso de suelo se encuentra ubicado en la cuenca del Río Sonora. La cuenca del Río Sonora se ubica entre las coordenadas 28° 50’ 00 y 31° 00’ 00’’ de latitud Norte y 109° 45’ 00’’ y 111° 25’ 00’’ de longitud Oeste. Recorre la parte Centro – Norte del Estado, limita al Norte con la cuenta del Río San Pedro, al Este con la cuenca del Río Yaqui, al Sureste con la cuenca del Río Mátape, al Suroeste con el Golfo de California, al Oeste con la cuenca del Río Bacoachi y al Noroeste con la cuenca del Río Concepción. Cuenta con una superficie de 21,474 Km^2, ocupando el segundo lugar dentro de la RH9 en cuanto a superficie, con un 14.8% del total (INEGI, 1993).

d) El Río Sonora inicia su recorrido en las cercanías de Cananea, con rumbo general al sur hasta la capital estatal. El afluente más trascendente que lo alimenta es el Río Bacanuchi. Esta cuenca posee además otros dos ríos, el San Miguel de Horcasitas y El Zanjón, que se unen justo antes de pasar por El Alamito, para confluir con el Río Sonora en las afueras de la ciudad de Hermosillo. Estas corrientes alimentan a la presa Abelardo L. Rodríguez, cuyas aguas son empleadas para riego, control de avenidas y uso doméstico; otra presa es Teopari en el arroyo La Junta. Se registra una precipitación media anual de 376 mm, volumen medio anual precipitado de 9 779.8 Mm^3, coeficiente de escurrimiento de 2.8% que generan un escurrimiento de 273.83 Mm^3 anuales. El uso principal es agrícola, seguido por doméstico, industrial, pecuario y recreativo.

e) Los municipios que se encuentran dentro de esta cuenca son Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Baviacora, Benjamín Hill, Cananea, Carbó, La Colorada, Cucurpe, Cumpas, Fronteras, Guaymas, Hermosillo, Huepac, Imuris, Magdalena, Mazatán, Moctezuma, Opodepe, Rayón, San Felipe de Jesús, San Miguel de Horcasitas, San Pedro de la cueva, Santa Ana, Ures y Villa Pesqueira.

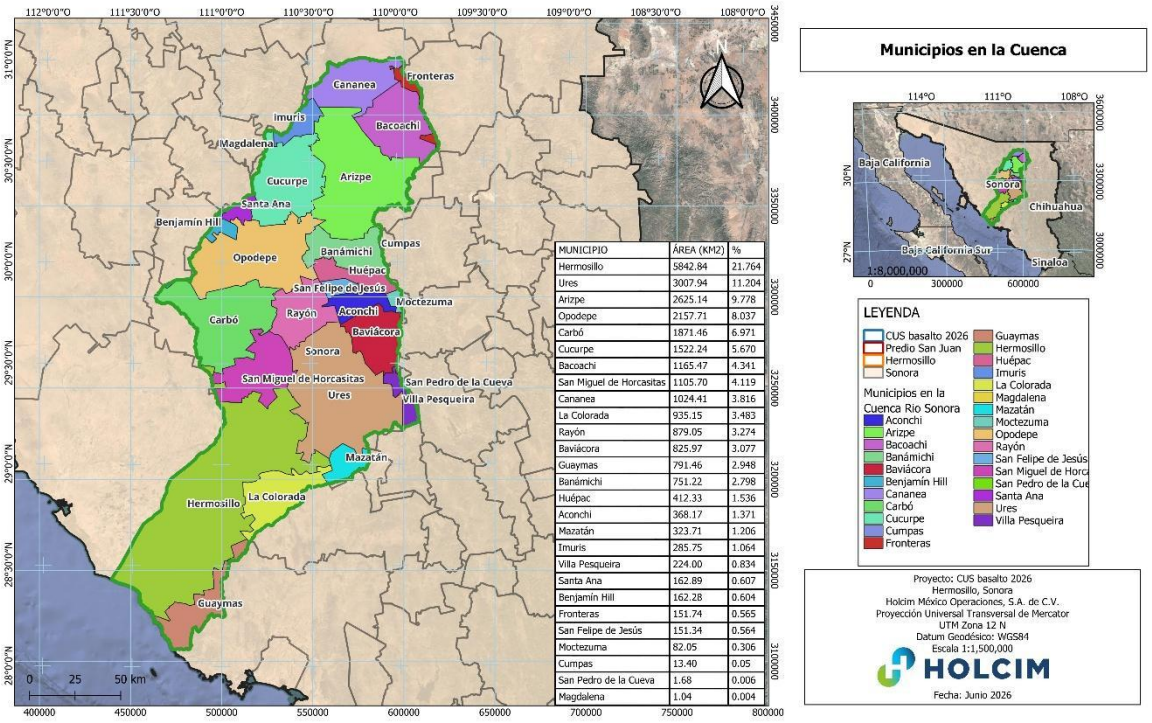


Figura 4. Municipios dentro de la Cuenca Río Sonora.

La topografía de esta cuenca es algo accidentada, con altitudes que van desde 221 msnm a 2,620 msnm, con excepción de su parte baja y la región de su afluente con el Río Zanjón. A lo largo de la cuenca se efectúan aprovechamientos de agua subterránea y superficial, principalmente para el riego de cultivos agrícolas. El principal afluente de esta cuenca es el río que lleva su mismo nombre, este nace en Cananea, en la Provincia de la Sierra Madre Occidental, fluyendo con dirección al Sur, en su trayecto hacia Hermosillo, lo alimentan los afluentes del Río Bacanuchi y el Río Bacoachi. A la

altura de Hermosillo, de no ser por que desemboca en la Presa de El Molinito (Rodolfo Félix Valdéz) se uniría a los ríos San Miguel y Zanjón, a la altura de lo que hoy es la Presa Abelardo L. Rodríguez. Aguas debajo de esta presa, el río seguiría su curso natural hasta su desembocadura en el estero de Tastiota, en aguas del Golfo de California. El área del proyecto se localiza en la Cuenca Río Sonora, en la Subcuenca R. Sonora-Hermosillo, afectando solo el 0.0076 % del área total de la Subcuenca.

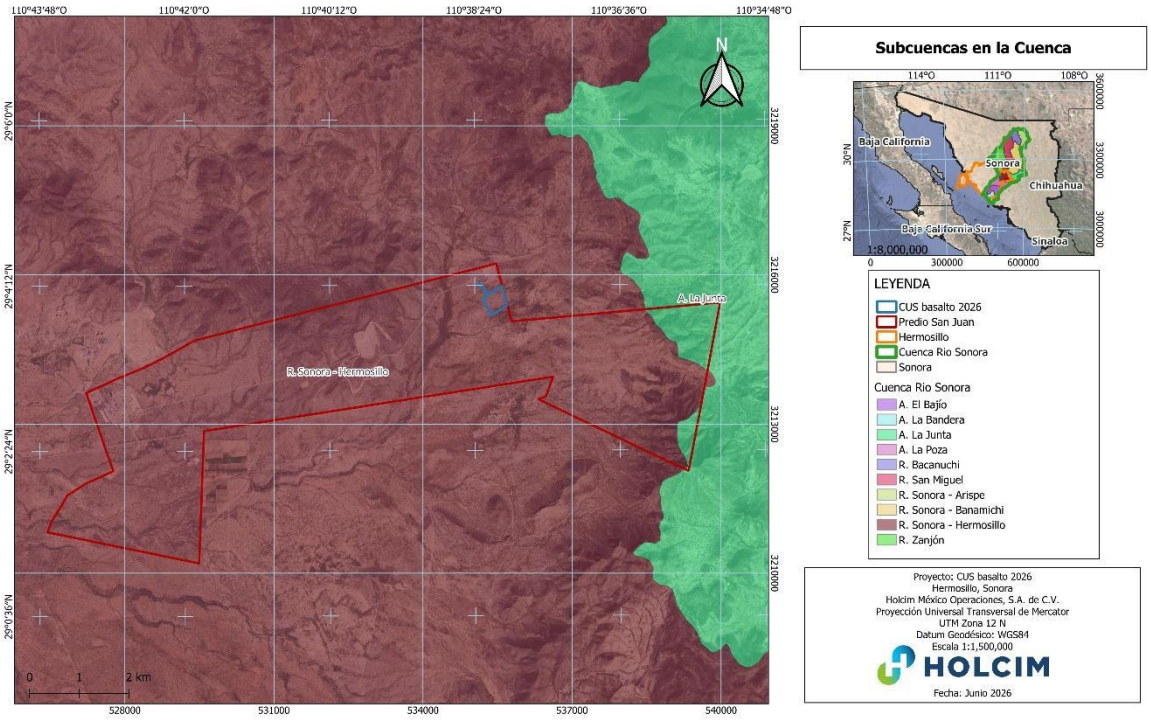


Figura 5. Ubicación del predio San Juan respecto a las Subcuencas de la cuenca Río Sonora.

I.4.4. Inversión requerida

[redacted]

I.4.5. Dimensiones del proyecto

Ubicación georreferenciada del proyecto en coordenadas geográficas o UTM

En la siguiente figura se muestra la ubicación del área del proyecto con respecto al Estado-Municipio.

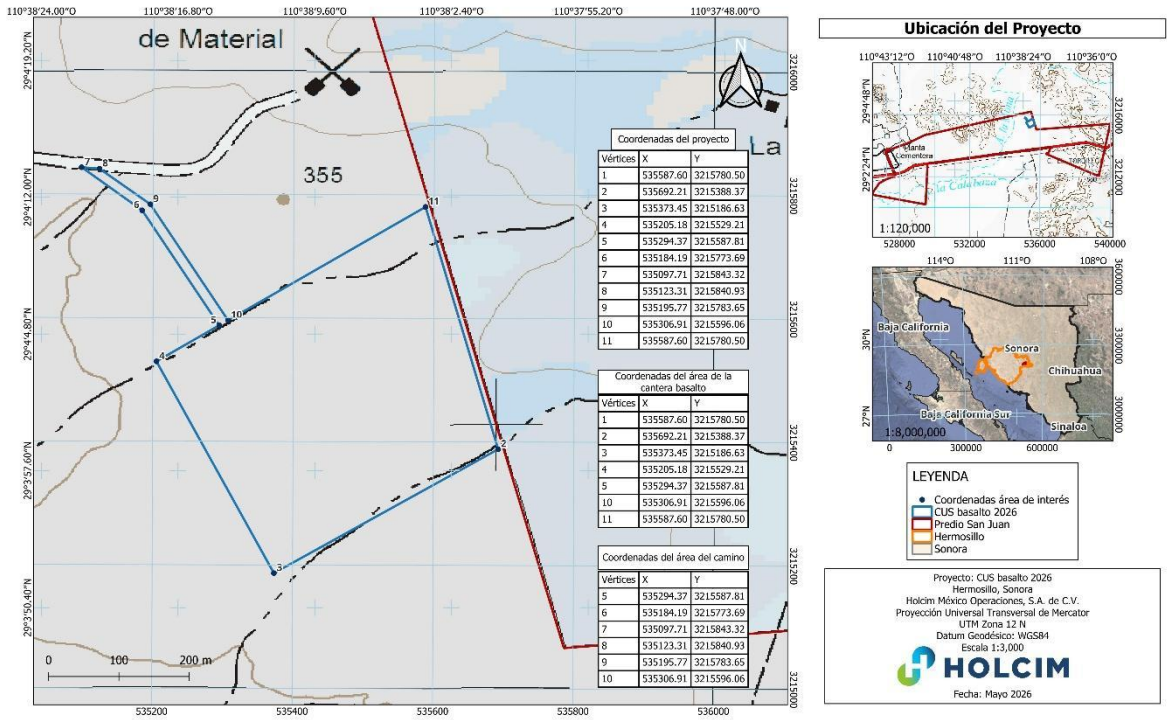


Figura 6. Vértices del área del proyecto.

Las coordenadas del polígono del área propuesta a cambio de uso de suelo son las siguientes:

Tabla 2. Coordenadas de los vértices del área del proyecto.

ÁREA DEL PROYECTO		
V	**X**	**Y**
1	535,587.60	3,215,780.50
2	535,692.21	3,215,388.37
3	535,373.45	3,215,186.63
4	535,205.18	3,215,529.21
5	535,294.37	3,215,587.81
6	535,184.19	3,215,773.69
7	535,097.71	3,215,843.32
8	535,123.31	3,215,840.93
9	535,195.77	3,215,783.65
10	535,306.91	3,215,596.06
11	535,587.60	3,215,780.50
ÁREA 16-45-60 Ha		

ÁREA DE LA CANTERA BASALTO		
V	**X**	**Y**
1	535,587.60	3,215,780.50

2	535,692.21	3,215,388.37
3	535,373.45	3,215,186.63
4	535,205.18	3,215,529.21
5	535,294.37	3,215,587.81
10	535,306.91	3,215,596.06
11	535,587.60	3,215,780.50
ÁREA 15-98-17		

ÁREA DEL CAMINO		
V	**X**	**Y**
5	535,294.37	3,215,587.81
6	535,184.19	3,215,773.69
7	535,097.71	3,215,843.32
8	535,123.31	3,215,840.93
9	535,195.77	3,215,783.65
10	535,306.91	3,215,596.06
ÁREA 0-47-43 Ha		

I.4.6. Uso actual de suelo

De acuerdo con la capa de INEGI Uso de suelo y vegetación Serie VII, el área del proyecto se encuentra en el tipo de vegetación corresponde a pastizal cultivado, campo se puede observar vegetación correspondiente en transición a Matorral Desértico Micrófilo (MDM). En el predio, la cobertura vegetal del terreno ha sido transformada en ciertas áreas debido principalmente a las actividades de sobrepastoreo realizadas en el pasado por los anteriores dueños de la propiedad dando como resultado la eliminación parcial de la vegetación.

El Proyecto “CUS Basalto 2026” de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V., se encuentra localizado dentro del predio San Juan que se ubica al Este de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el km 23 de la Carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa.

I.4.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El Proyecto “CUS Basalto 2026” de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V., se encuentra localizado dentro del predio San Juan que se ubica al Este de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el km 23 de la Carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa. El predio donde se localiza el área del proyecto se encuentra urbanizado por la empresa Holcim México Operaciones, S.A. de C.V., por lo que no será necesario la instalación de servicios para el desarrollo de este proyecto. También se cuenta con acceso y caminos al área del proyecto por lo que no es necesario construir nuevos accesos.

I.5. Características particulares del proyecto.

I.5.1. Programa de trabajo.

Tabla 3. Cronograma de del programa de trabajo.

OBRA O ACTIVIDAD	AÑOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	…	29	30
Etapa de Preparación del sitio*												
Selección del área de replante.												
Preparación del sitio de replante (apertura de cepas).												
Rescate de especies.												
Plantación.												
Riegos de auxilio.												
Rescate de suelo.												
Trituración e incorporación al suelo de la vegetación no rescatada.												
Implementación de obras de conservación de suelo (cunetas en caminos, bermas en zona de almacén de suelo, canales de derivación de corrientes, presas filtrantes y piedra acomodada en curvas de nivel para tierras frágiles, excavación de zanjas de sedimentación e infiltración al pie de los taludes de los terreros, etc.)												
Monitoreo para calificar el Programa.												
Informe del Programa.												
Etapa de Construcción y Operación												
Extracción de materias primas.												
Trituración.												
Pre-homogeneización y molienda de crudo.												
Calcinación.												
Molienda de cemento.												
Envasado y despacho.												
Depósito de desechos y escombro.												
Etapa de Abandono del sitio												
Limpieza del sitio.	Al terminar la vida útil del proyecto.											
Trabajos de nivelación y estabilización de taludes.												
Incorporación de suelo fértil.												
Reforestación con plantas nativas y obras de conservación de suelos.												
Seguimiento y monitoreo.												

(*) A aplicar después de recibir las autorizaciones correspondientes.

La etapa de preparación del sitio considera el desmonte paulatino mediante el uso de maquinaria, siguiendo el plan de explotación de la cantera la cual considera la remoción de la vegetación solamente en la superficie requerida para asegurar la operación de la Planta. Dicha explotación se realizará con previa verificación de las áreas de extracción por parte del Coordinador de Canteras y la validación de la ejecución de las actividades de rescate de especies de flora y fauna por el Coordinador Ambiental de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V.

Para disminuir los impactos adversos que ocasionará el desmonte, se propone que todas las actividades relacionadas con esta etapa se hagan de forma paulatina y conforme a las necesidades operativas en el área de aprovechamiento.

I.5.1.1. Estudio de campo y gabinete

Flora

Microcuenca

Sitios de muestreo

Los sitios fueron de forma circular y presentaron un diseño concéntrico con las siguientes especificaciones: un área externa de 1,000 m² (17.85 m de radio) para el registro de especies arbóreas y cactáceas; una zona intermedia de 500 m² (12.62 m de radio) para especies arbustivas; y un área central de 1 m² para el registro de herbáceas.

Para determinar el número de sitios de muestreo se utilizó el modelo matemático establecido en la Evaluación de Recursos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Jiménez, 2000), así como en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este método requiere de realizar un estudio piloto, esto con el fin de conocer la variabilidad de los parámetros a medir en el área de estudio. El parámetro utilizado para determinar el coeficiente de variación con base al estudio piloto fue el número de especies por sitio de muestreo.

El modelo para determinar el número de muestras es el siguiente:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

n = número de unidades de muestreo

E = error con el que se requiere obtener los valores de un determinado parámetro (%). En bien en Mostacedo y Fredericksen (2000) se hace referencia a que generalmente se utiliza un error del 20%.

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student de dos colas, generalmente se utiliza $t_{0.05}$.

CV = coeficiente de variación (%). Se refiere a la desviación estándar de los datos con respecto a la media de la población, en este caso se obtiene de los sitios piloto que se utilizaron para cada tipo de vegetación. La fórmula para el coeficiente de variación es:

CV= s*100/ $\bar{x}$

<u>Microcuenca</u>

Tabla 4. Sitios de muestreo en la microcuenca para estimar el coeficiente de variación.

Sitio	No. especies	X	Y
1	7	535460	3214085
2	7	534942	3214129
3	8	534929	3214948
4	7	535666	3214717
5	7	534581	3214153
6	5	535111	3215199
7	7	535778	3214999
8	9	535594	3215067
9	3	535223	3214768
10	4	535186	3214463
11	6	535862	3214082
12	8	535085	3214268
13	9	535609	3214522
14	6	535265	3214658
Desv	**1.7**		
CV	**26.15**		

Para el presente proyecto los valores considerados fueron:

Tamaño de la unidad de muestra = 1,000 m^2

Tamaño de la superficie a intervenir (universo) = 7,715,876.41 m^2 (área de la microcuenca cubierta por el tipo de vegetación pastizal cultivado)

N = 7,715,876.41 /1,000=7,716 unidades de muestreo en la superficie a intervenir.

E = 20%

CV = 26.15%

t = 2.160 (para una probabilidad del 0.05%, dos colas y 13 grados de libertad, por los 14 sitios de muestreo utilizados para obtener el CV).

$$n = \frac{2.160^2 \times 26.15^2}{20^2 + \frac{2.160^2 \times 26.15^2}{7{,}716}} = 7.97$$

n = 7.97 sitios de muestreo de 1,000 m^2 cada uno (redondeado a 8)

De acuerdo con lo anterior, se requieren de 8 sitios de muestreo para el área de la microcuenca perteneciente al tipo de vegetación pastizal cultivado, para este proyecto no fue necesario aumentar el área muestreada.

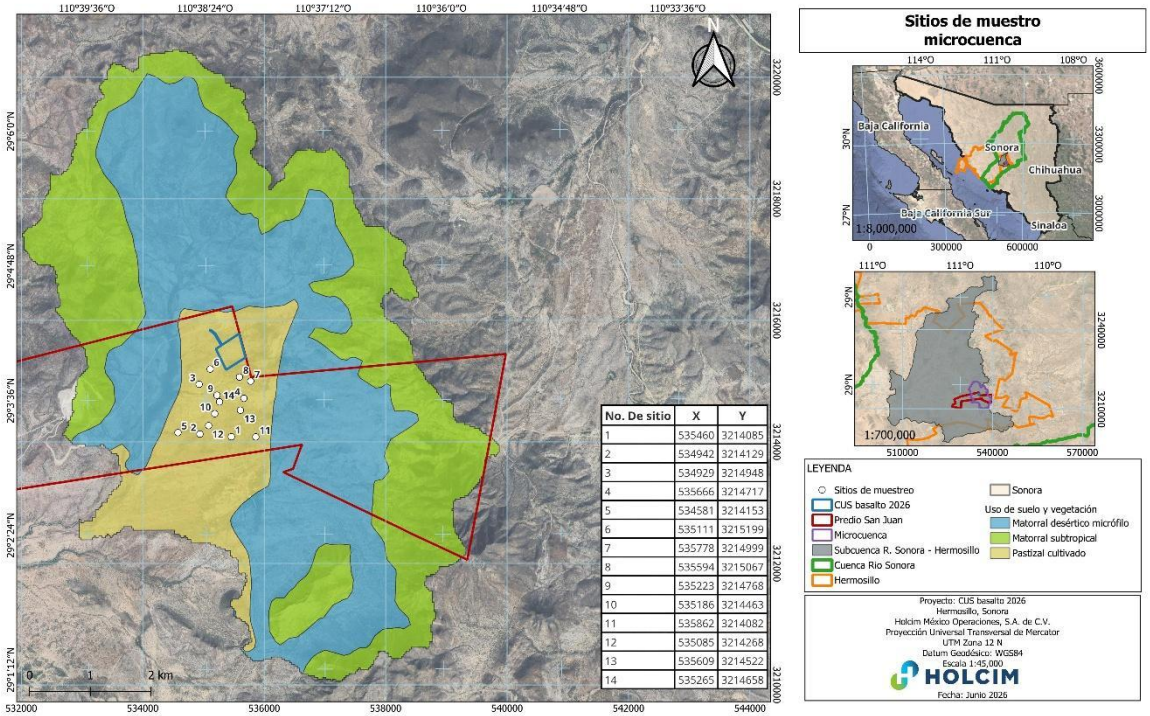


Figura 7. Distribución del muestreo en microcuenca.

El muestreo de vegetación llevado a cabo en la microcuenca registró un total de 496 individuos distribuidos en cuatro estratos vegetativos, alcanzando una densidad global estimada de 33,946 individuos por hectárea (ind/ha). El estrato arbóreo concentró la mayor cantidad de individuos contabilizados de forma directa, sumando 370 ejemplares y una densidad de 264 ind/ha. La comunidad arbórea está notablemente dominada por el palo fierro (*Olneya tesota*) con 116 individuos (83 ind/ha) y el mezquite (*Neltuma glandulosa*) con 102 individuos (73 ind/ha). A estas les siguen en abundancia el espino (*Condaliopsis divaricata*) con 32 ind/ha, la brea (*Parkinsonia praecox*) con 29 ind/ha y el huizache (*Vachellia farnesiana*) con 27 ind/ha. En contraste, las especies menos representadas en este dosel son el guayacán (*Guaiacum coulteri*) y la tesota (*Senegalia greggi*), ambas registradas con únicamente 3 individuos (2 ind/ha).

Por su parte, el estrato arbustivo presentó la mayor riqueza específica del sitio con 11 especies registradas, contabilizando un subtotal de 75 individuos y una densidad de 107 ind/ha. En este nivel, la vinorama (*Vachellia constricta*) destaca ampliamente como la especie dominante con 32 individuos (46 ind/ha), seguida a distancia por la frutilla (*Lycium andersonii*, 14 ind/ha) y el cilindrillo (*Lycium berlandieri*, 11 ind/ha), mientras que especies como el sangregado (*Jatropha cardiophylla*) y el huereque (*Ibervillea sonorae*) mostraron la menor abundancia con solo un ejemplar registrado cada una (1 ind/ha).

El estrato de cactáceas resultó ser el más restringido en abundancia y densidad, sumando apenas 4 individuos y 3 ind/ha. Este grupo está integrado por la choya (*Cylindropuntia imbricata*) con 2 individuos (1 ind/ha), la pitahaya (*Stenocereus thurberi*) con 1 individuo (1 ind/ha) y el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) con 1 individuo (1 ind/ha). Finalmente, el estrato herbáceo, aunque solo

aportó 47 individuos en el conteo directo, representó la densidad más alta de todo el estudio con 33,571 ind/ha, comportamiento típico del crecimiento denso de las gramíneas. Este estrato está encabezado por el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), el cual sumó 24 individuos que equivalen a 17,143 ind/ha (más del 50% de la densidad total estimada en la microcuenca). Le siguen el zacate liebrero (*Bouteloua aristidoides*) con 8,571 ind/ha y el zacate navajita (*Bouteloua barbata*) con 7,857 ind/ha.

Tabla 5. Especies de vegetación presente en el área de microcuenca.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Ind muestreados	Densidad (ind/ha)
Estrato arbóreo	Palo fierro	*Olneya tesota*	116	83
	Mezquite	*Neltuma glandulosa*	102	73
	Espino	*Condaliopsis divaricata*	45	32
	Brea	*Parkinsonia praecox*	40	29
	Huizache	*Vachellia farnesiana*	38	27
	Jito	*Forchhameria watsonii*	14	10
	Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	9	6
	Guayacán	*Guaiacum coulteri*	3	2
	Tesota	*Senegalia greggi*	3	2
Estrato arbustivo	Adelia	*Adelia obovata*	3	4
	Chirahui	*Vachellia campechiana*	3	4
	Cilindrillo	*Lycium berlandieri*	8	11
	Condalia	*Condalia globosa*	4	6
	Cruceto	*Randia thurberi*	6	9
	Frutilla	*Lycium andersonii*	10	14
	Hoja sen	*Senna covesii*	5	7
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*	2	3
	Sangregado	*Jatropha cardiophylla*	1	1
	Vinorama	*Vachellia constricta*	32	46
	Huereque	*Ibervillea sonorae*	1	1
Estrato de cactáceas	Choya	*Cylindropuntia imbricata*	2	1
	Pitahaya	*Stenocereus thurberi*	1	1
	Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	1
Estrato herbáceo	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	24	17,143
	Zacate navajita	*Bouteloua barbata*	11	7,857
	Zacate liebrero	*Bouteloua aristidoides*	12	8,571
	∑		**496**	**33,946**

Proyecto

El área del proyecto se encuentra en el tipo de vegetación pastizal cultivado, según la capa de INEGI Serie VII Uso de suelo y vegetación.

Los sitios fueron de forma circular con 17.84 m de radio 1,000 m^2. En campo el muestreo fue estratificado, registrando las especies arbóreas y cactáceas en una superficie de 1000 m^2, las arbustivas en 500m^2 y las especies herbáceas en un radio de 1 m^2. Los parámetros utilizados fueron el número de individuos por especie, el diámetro de la cobertura del dosel y el estrato al que corresponde cada individuo.

Tabla 6. Sitios para estimar el coeficiente de variación.

Sitio	No. especies	X	Y
1	4	535,563	3,215,721
2	5	535,248	3,215,500
3	5	535,332	3,215,424
4	4	535,429	3,215,517
5	3	535,574	3,215,572
6	5	535,627	3,215,495
7	4	535,536	3,215,473
8	4	535,429	3,215,396
9	6	535,387	3,215,252
10	7	535,444	3,215,292
11	4	535,535	3,215,362
12	6	535,651	3,215,403
Desv	**1.14**		
CV	**23.96**		

Para el presente proyecto los valores considerados fueron:

Tamaño de la unidad de muestra = 1000 m^2

Tamaño de la superficie a intervenir (universo) = 164,560 m^2

N = 164,560/1000 = 164.56 unidades de muestreo en la superficie a intervenir.

E = 20%

CV = 23.96%

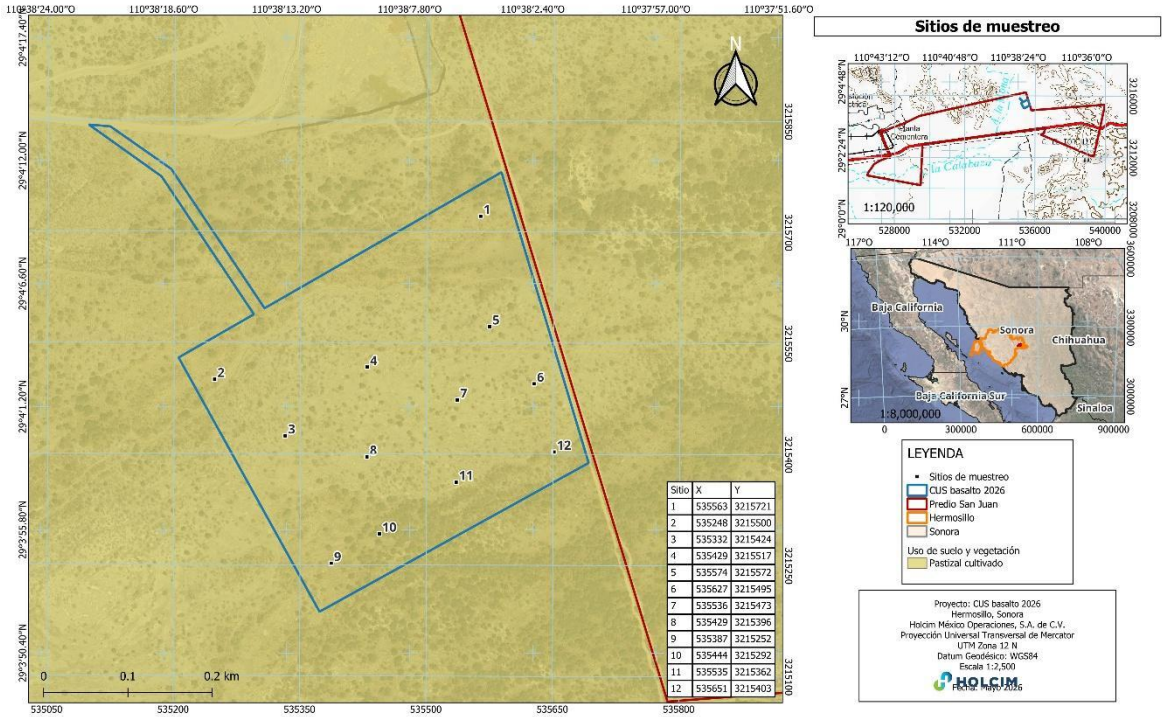
t =2.201 (para una probabilidad del 0.05%, dos colas y 11 grados de libertad, por los 12 sitios de muestreo utilizados para obtener el CV)

$$n = \frac{2.201^2 \times 23.96^2}{20^2 + \frac{2.201^2 \times 23.96^2}{164.56}} = 6.67$$

n = 6.67 sitios de muestreo de 1000 m^2 cada uno (redondeado a 7)

Derivado del resultado anterior, se tiene que con 7 sitios de muestreo de 1000m^2 lo que equivale al 4.2 % de la superficie total del área sujeta a CUSTF, es representativo para el muestreo, para este estudio se realizaron un total de 12 sitios de muestreo.

El estudio de la vegetación ocurrió en un solo período de revisión en campo, generándose una bitácora de referencia con la ubicación geográfica, datos y fotografías del sitio. A nivel de sitio, los arreglos vegetativos se identificaron con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, principalmente en la clasificación de varios autores entre los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática, lo que corresponde a la carta Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000. Es importante señalar que en zonas aledañas y dentro del área del proyecto, existe evidencia de impactos previos derivados de las actividades antropogénicas.



Sitio	X	Y
1	535563	3215721
2	535248	3215500
3	535332	3215424
4	535429	3215517
5	535574	3215572
6	535627	3215495
7	535536	3215473
8	535429	3215396
9	535387	3215252
10	535444	3215292
11	535535	3215362
12	535651	3215403

Figura 8. Sitios de muestreo en el área del proyecto.

De acuerdo con la información recabada en campo se procedió a determinar el valor de importancia de las especies presentes en el sitio para cada estrato.

El muestreo de vegetación realizado en el área del proyecto registró un total de 225 individuos muestreados directos, correspondientes a una densidad total de 27,722 individuos por hectárea (ind/ha) y una estimación total de 456,188 individuos para la superficie evaluada.

El estrato arbóreo sumó un subtotal de 115 individuos muestreados, una densidad de 96 ind/ha y una estimación total de 1,577 ejemplares. Dentro de este grupo, la especie con mayor representatividad es el palo fierro (*Olneya tesota*) con 63 individuos (53 ind/ha y una estimación de 864 individuos), seguida por el mezquite (*Neltuma glandulosa*) con 27 individuos (23 ind/ha y 370 estimados) y la brea (*Parkinsonia praecox*) con 21 individuos (18 ind/ha y 288 estimados). Las especies de menor presencia en este estrato son el palo verde (*Parkinsonia microphylla*) con 3 individuos (3 ind/ha y 41 estimados) y el jito (*Forchhammeria watsonii*) con solo 1 individuo registrado (1 ind/ha y 14 estimados).

En el estrato arbustivo se contabilizaron 74 individuos muestreados, alcanzando una densidad de 123 ind/ha y una estimación global de 2,030 individuos. La vinorama (*Vachellia constricta*) domina ampliamente este estrato con 64 ejemplares muestreados (107 ind/ha y 1,755 estimados). Le siguen la condalia (*Condalia globosa*) con 7 individuos (12 ind/ha y 192 estimados), el cilindrillo (*Lycium berlandieri*) con 2 individuos (3 ind/ha y 55 estimados) y el cruceto (*Randia thurberi*) con únicamente 1 individuo (2 ind/ha y 27 estimados).

El estrato de cactáceas registró la menor abundancia del sitio, con solo 3 individuos muestreados, una densidad de 3 ind/ha y una estimación total de 41 ejemplares. Este grupo está constituido por la choya (*Cylindropuntia imbricata*) con 2 individuos (2 ind/ha y 27 estimados) y el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) con 1 individuo (1 ind/ha y 14 estimados).

Por último, el estrato herbáceo, a pesar de registrar 33 individuos en el conteo directo, representó la densidad y la población estimada más alta del área con 27,500 ind/ha y 452,540 individuos en total. La especie dominante es el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) con 18 individuos muestreados, alcanzando una densidad de 15,000 ind/ha y una estimación de 246,840 ejemplares. Le siguen el zacate navajita (*Bouteloua barbata*) con 12 individuos (10,000 ind/ha y 164,560 estimados) y el zacate liebrero (*Bouteloua aristidoides*) con 3 individuos (2,500 ind/ha y 41,140 estimados).

Tabla 7. Especies de vegetación presente en el área del proyecto.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Individuos muestreados	Densidad (ind/ha)	Estimación del total de individuos
Estrato arbóreo	Brea	Parkinsonia praecox	21	18	288
	Jito	*Forchhameria watsonii*	1	1	14
	Mezquite	Neltuma glandulosa	27	23	370
	Palo fierro	*Olneya tesota*	63	53	864
	Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	3	3	41
	Subtotal		**115**	**96**	**1,577**
Estrato arbustivo	Cilindrillo	Lycium berlandieri	2	3	55
	Condalia	Condalia globosa	7	12	192
	Cruceto	Randia thurberi	1	2	27
	Vinorama	Vachellia constricta	64	107	1,755
	Subtotal		**74**	**123**	**2,030**
Estrato de cactáceas	Tasajillo	Cylindropuntia leptocaulis	1	1	14
	Choya	Cylindropuntia imbricata	2	2	27
	Subtotal		**3**	**3**	**41**
Estrato herbáceo	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	18	15,000	246,840
	Zacate navajita	Bouteloua barbata	12	10,000	164,560
	Zacate liebrero	Bouteloua aristidoides	3	2,500	41,140
	Subtotal		**33**	**27,500**	**452,540**
	Total		**225**	**27,722**	**456,188**

Fauna

Microcuenca

Para la estimación de índices de diversidad de especies se llevaron a cabo 14 puntos de muestreo (mismo que se utilizaron para muestreo de flora), estos fueron de forma circular y con un radio de 17.84 m, lo cual da una superficie de 1,000 m^2 por sitio.

Tabla 8. Coordenadas de los sitios de muestreo.

Sitio	No. especies	X	Y
1	7	535460	3214085
2	7	534942	3214129
3	8	534929	3214948
4	7	535666	3214717
5	7	534581	3214153
6	5	535111	3215199
7	7	535778	3214999

Sitio	No. especies	X	Y
8	9	535594	3215067
9	3	535223	3214768
10	4	535186	3214463
11	6	535862	3214082
12	8	535085	3214268
13	9	535609	3214522
14	6	535265	3214658

El esfuerzo de muestreo viene a ser la cantidad total de unidades de muestreo desplegadas o efectuadas en un determinado hábitat, ecosistema o área de interés, y en una ubicación temporal determinada; la implementación de las unidades de muestreo tiene como finalidad establecer o conocer ciertas características de una comunidad, poblacional animal (Riqueza, abundancia, por ejemplo) y otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Anfibios y reptiles

Para este grupo faunístico, se procedió a utilizar el método de muestreo directo por medio de encuentro visual. Esta técnica es ampliamente conocida y es citada comúnmente como VES por sus siglas en inglés *Visual Encounter Survey* (Heyer et al., 1944), y en español como búsqueda por encuentro visual o REV (Relevamiento por encuentro visual) (Rueda et al., 2006).

Para esto se procedió a realizar una búsqueda con desplazamiento lento y constante, revisando la vegetación, piedras, y diversos materiales que sirvieran de refugio a los especímenes de interés dentro del sitio de muestreo. Estas actividades se realizaron durante el día, pues así se permite localizar a las especies durmiendo entre la vegetación (Doan,2003; Schlüter y Pérez, 2004). Los especímenes avistados fueron identificados por el técnico especialista en fauna.

Aves

Para el caso de las aves se realizó el método de muestreo por puntos. Este método resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats.

Para llevar a cabo este muestreo, el técnico evaluador, permaneció en un punto céntrico dentro del sitio de muestreo en donde tomó nota de todas las especies e individuos vistos y oídos con ayuda de binoculares para facilitar su identificación, en un tiempo entre 10 a 15 minutos (Ralph et al., 1997). El horario de evaluación fue durante media mañana cuando las especies se encontraban aún activas.

Mamíferos

El método utilizado para este grupo en específico fue el método indirecto, a través de huellas, heces, refugios, huesos, madrigueras y otros (Wilson et al., 1996; Krebs et al., 2008), puesto que gran parte de este grupo son animales de comportamiento tímido.

Se procedió a identificar a que especies pertenecían los indicios encontrados y a ser contabilizados.

Índice de Shannon-Wiener

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i (\ln p_i)$$

A mayor valor del índice (con un límite de 5) indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

El registro de fauna en la microcuenca abarca un total de 16 observaciones distribuidas en 13 sitios de muestreo (sitios 1 al 11, 13 y 14), sumando 17 individuos pertenecientes a tres grupos faunísticos principales: aves, mamíferos y reptiles.

El grupo de las aves es el más abundante y diverso de la zona, representando 11 registros y 12 individuos distribuidos en seis especies: cardenal norteño (*Cardinalis cardinalis*), paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), cenzontle (*Mimus polyglottus*), gorrión zacatonero (*Peuca carpalis*), zopilote aura (*Cathartes aura*) y carpintero mexicano (*Picoides scalaris*). La mayoría de los avistamientos se realizaron de forma directa, mientras que en el sitio 8 se identificaron cantos de gorrión zacatonero (1 individuo) y paloma ala blanca (2 individuos), sumados a un canto de carpintero mexicano en el sitio 13.

Los reptiles están representados únicamente por la lagartija gris (*Urosaurus ornatus*), observada en tres sitios distintos (sitios 6, 13 y 14) con un total de 3 individuos mediante avistamiento directo.

Por su parte, los mamíferos registraron dos especies a través de avistamiento directo: el conejo (*Sylvilagus audubonii*), con 2 individuos detectados en los sitios 5 y 9, y la liebre antílope (*Lepus alleni*), con 1 individuo registrado en el sitio 7.

Cabe destacar que para la totalidad de los registros faunísticos de la microcuenca, ninguna de las especies se encuentra listada bajo alguna categoría de protección en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ni presenta grado de endemismo o regulación internacional por la convención CITES (todas indicadas como NA en la evaluación).

Tabla 9. Fauna en el área de la microcuenca.

No. De sitio	No. Individuos	Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	CITES	Observaciones
1	1	Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	NA	NA	NA	Avistamiento
2	1	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	NA	NA	NA	Avistamiento
3	1	Aves	*Mimus polyglottus*	Cenzontle	NA	NA	NA	Avistamiento
4	1	Aves	*Peuca carpalis*	Gorrión zacatonero	NA	NA	NA	Avistamiento
5	1	Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	NA	NA	NA	Avistamiento
6	1	Reptiles	*Urosaurus ornatus*	Lagartija gris	NA	NA	NA	Avistamiento
7	1	Mamíferos	*Lepus alleni*	Liebre antílope	NA	NA	NA	Avistamiento
7	1	Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	NA	NA	NA	Avistamiento
8	1	Aves	*Peuca carpalis*	Gorrión zacatonero	NA	NA	NA	Canto
8	2	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	NA	NA	NA	Canto

No. De sitio	No. Individuos	Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	CITES	Observaciones
9	1	Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo	NA	NA	NA	Avistamiento
10	1	Aves	*Mimus polyglottus*	Cenzontle	NA	NA	NA	Avistamiento
11	1	Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	NA	NA	NA	Avistamiento
13	1	Aves	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	NA	NA	NA	Canto
13	1	Reptiles	*Urosaurus ornatus*	Lagartija gris	NA	NA	NA	Avistamiento
14	1	Reptiles	*Urosaurus ornatus*	Lagartija gris	NA	NA	NA	Avistamiento

Proyecto

Para la estimación de índices de diversidad de especies se llevaron a cabo 12 puntos de muestreo que se utilizaron para el muestreo de vegetación, en forma circular con 17.84 m de diámetro dando una superficie de 1000 m^2.

Tabla 10. Sitios de muestreo de fauna.

Sitio	X	Y
1	535,563	3,215,721
2	535,248	3,215,500
3	535,332	3,215,424
4	535,429	3,215,517
5	535,574	3,215,572
6	535,627	3,215,495
7	535,536	3,215,473
8	535,429	3,215,396
9	535,387	3,215,252
10	535,444	3,215,292
11	535,535	3,215,362
12	535,651	3,215,403

El registro de fauna en el área del proyecto abarca un total de 5 observaciones realizadas en 5 sitios de muestreo (sitios 1, 4, 9, 10 y 12), contabilizando 5 individuos pertenecientes a tres especies.

La especie con mayor presencia en el área es la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), con un total de 3 individuos registrados mediante avistamiento directo en los sitios 1, 10 y 12. Por su parte, el cardenal norteño (*Cardinalis cardinalis*) registró 1 individuo por avistamiento directo en el sitio 9. Asimismo, se reporta la presencia de la lagartija gris (*Urosaurus ornatus*) con 1 individuo observado en el sitio 4 (clasificada en el grupo de aves dentro de la tabla). Todos los registros obtenidos corresponden exclusivamente a la modalidad de avistamiento directo.

Al igual que en la evaluación general, ninguna de las especies registradas en el área del proyecto cuenta con estatus de protección especial bajo la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ni presenta un grado de endemismo o regulación internacional por el convenio CITES (todas figurando como NA en la evaluación).

Tabla 11. Fauna en el área del proyecto.

No. De sitio	No. Individuos	Grupo faunístico	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo	CITES	Observaciones
1	1	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	NA	NA	NA	Avistamiento
4	1	Aves	*Urosaurus ornatus*	Lagartija gris	NA	NA	NA	Avistamiento
9	1	Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	NA	NA	NA	Avistamiento
10	1	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	NA	NA	NA	Avistamiento
12	1	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	NA	NA	NA	Avistamiento

I.5.2. Etapa de preparación del sitio.

El predio en el que se localiza la planta de Hermosillo tiene una superficie de 3,000-33-98 hectáreas, y las actividades de CUSTF para el presente proyecto ocuparán una superficie de 16-45-60 ha, en las que la remoción de la vegetación forestal será en forma paulatina conforme al plan de explotación de la cantera y asegurando la remoción de la cobertura vegetal solamente en las áreas donde sea necesario para la operación de la cantera, contemplando una vida útil de 30 años.

Debido a que se removerá vegetación forestal se han considerado medidas de mitigación de los efectos adversos al ambiente. En este proyecto se realizarán las acciones apropiadas para proteger a las especies de flora en alguna categoría de protección o de difícil regeneración. Para el caso de la fauna silvestre que vive o transita por el lugar también se han tomado las medidas adecuadas de mitigación. Este proyecto se realizará considerando todas las regulaciones ambientales aplicables, de tal manera que se asegure su permanencia en el lugar.

Para la realización de este estudio se ha considerado el cumplimiento de las regulaciones ambientales, estudios de campo, revisiones bibliográficas e información proporcionada por el promovente del proyecto.

En esta etapa se contempla la preparación del sitio en las canteras con el desmonte mediante el uso de maquinaria, de acuerdo con el plan de explotación, previa verificación de las áreas de extracción por parte del Coordinador de Canteras, y validación de la ejecución de las actividades de rescate de especies de flora y fauna por el Coordinador Ambiental de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V.

I.5.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

El presente proyecto se encuentra dentro el predio San Juan, en donde se encuentra la Planta de Cementos de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V., y cuenta con las obras y servicios ya establecidos por lo que no será necesario obras y actividades provisionales como lo son las letrinas o campamentos.

I.5.4. Construcción

No aplica debido a que la extracción de materiales será a cielo abierto y no se pretende construir obra alguna.

I.5.5. Etapa de operación y mantenimiento.

Barrenación y voladuras

Se realizará el diseño, marcación en campo, perforación de barrenos, ejecución y elaboración del reporte técnico de las voladuras, incluyendo el registro sismográfico de las mismas. Es importante señalar que el suministro y los trámites para el uso y almacenamiento de los explosivos es responsabilidad de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V.

Carga y acarreo de materias primas

Se llevará a cabo la colocación o cargado del material pétreo en los camiones, para su transporte directo a la tolva de la quebradora primaria y/o al stock en el patio de almacenamiento, localizado en la superficie de explotación de las canteras, para la realización de las mezclas para lograr la composición requerida por el proceso.

Los materiales se entregarán en greña, con una granulometría máxima de 1.0 m^3; las rocas mayores a este tamaño se quebrarán en sitio con un martillo hidráulico, realizando las campañas requeridas para la reducción de los sobre tamaños en la Cantera.

Equipo requerido

Se considera el siguiente equipo para la operación de extracción de materias primas:

Tabla 12. Equipo requerido para la extracción de materias primas.

	Listado de equipo			
Cantidad	**Descripción**	**Modelo**	**Marca**	**Capacidad**
1	CARGADOR FRONTAL	890H	LIUGONG	5.3 M3
1	CARGADOR FRONTAL	877H	LIUGONG	4.2 M3
2	EXCAVADORA	SY550HD	SANY	3.1 M3
1	MOTOCONFORMADORA	4215D	LIUGONG	-
1	CAMIÓN PIPA	62K	SITRAK	20 M3
2	CAMIÓN DE VOLTEO	CMT66	LGMG	45 TON
5	CAMIÓN DE VOLTEO	G500	SCANIA	40 TON
1	PERFORADORA	T40	EPIROC	28 MTS/HR
1	CAMIÓN DE LUBRICACIÓN	G5 4X2	SITRAK	-
4	VEHÍCULOS UTILITARIOS	-	-	-

Ciclo productivo

Se suministrarán materias primas a la quebradora primaria de manera directa durante el turno de operación con 2 equipos de carga y 6 camiones.

Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En el desarrollo del proyecto no se utilizarán obras adicionales.

I.5.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

El presente proyecto se encuentra dentro el predio San Juan, en donde se encuentra la Planta de Cementos de Holcim México Operaciones, S.A. de C.V., y cuenta con las obras y servicios ya establecidos por lo que no será necesario obras y actividades provisionales como lo son las letrinas o campamentos.

I.5.7. Etapa de abandono del sitio.

Rehabilitación.

En esta etapa se considera la rehabilitación del sitio con obras de conservación de suelos como la reforestación con plantas nativas, cuando se da por concluido la vida útil del espacio destinado a maniobras, esto con el fin de propiciarle al suelo una mayor protección y retención de humedad para que se generen el desarrollo de la masa forestal e inducir una cobertura vegetal con especies nativas.

I.5.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Etapa de preparación del sitio:

Suelos

Se generará material vegetal producto del desmonte, mismo que será seccionado picado y almacenado temporalmente para su posterior uso en la restauración del sitio.

La cantidad de suelo fértil es muy bajo o nula por la presencia de elementos gruesos por lo que no se obtendrá este elemento.

Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán por el personal que labora en la preparación del sitio. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su co-procesamiento dentro de las instalaciones de la Planta de Cemento.

Residuos peligrosos

El mantenimiento y reparación de maquinaria se realizará fuera del área del proyecto, en un área acondicionada para esta actividad y que evite la contaminación del suelo.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de desmonte y limpia del terreno, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

Existirá generación de ruido por la maquinaria a utilizar.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios del personal, mismo que serán manejados a través de letrinas sanitarias.

Etapa de operación

Residuos sólidos

Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán por el personal que labora en la cantera basalto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su co-procesamiento dentro de las instalaciones de la Planta de Cemento.

Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado principalmente en el área de mantenimiento de la empresa localizado en el complejo de la Planta de Cemento.

Todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectado los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado los residuos serán dispuestos en contenedores y enviado al almacén temporal de la empresa localizado en la Planta de Cemento.

Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final y/o co-procesamiento en la Planta de Cemento.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por la maquinaria que operará el banco, así como de los camiones de volteo que transportará el material además habrá emisiones de motores de combustión interna de los mismos.

Existirá generación de ruido de los vehículos y maquinaria.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será prácticamente de servicios sanitarios de personal, mismo que serán manejados a través de letrinas sanitarias portátiles.

I.5.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En relación con el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos que serán generados por el proyecto durante la preparación del sitio y su operación, estos serán enviados a disposición con empresas autorizadas y/o enviadas a co-procesamiento dentro de las instalaciones de la Planta de Cemento.

Los aceites residuales, que por sus propiedades fisicoquímicas y toxicidad al ambiente lo convierten en un residuo peligroso, y que principalmente serán generados en los talleres ubicados en el complejo de la Planta de cemento, serán recolectados y almacenados temporalmente en contenedores plásticos para su envío a co-procesamiento.

Por otro lado, para el caso de los filtros de aceites usados, sólidos impregnados con hidrocarburos y envases vacíos metálicos, éstos se envían con una empresa autorizada para su manejo fuera de las instalaciones de la Planta, para su reciclaje, tratamiento y/o confinamiento.

La única agua residual que se generará dentro del área del proyecto será prácticamente de servicios sanitarios de personal, mismo que serán manejados a través de letrinas sanitarias portátiles.

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

II.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El sitio del proyecto se encuentra en la Región Ecológica 15.32.

Unidad Ambiental Biofísica que la compone es 104. Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales

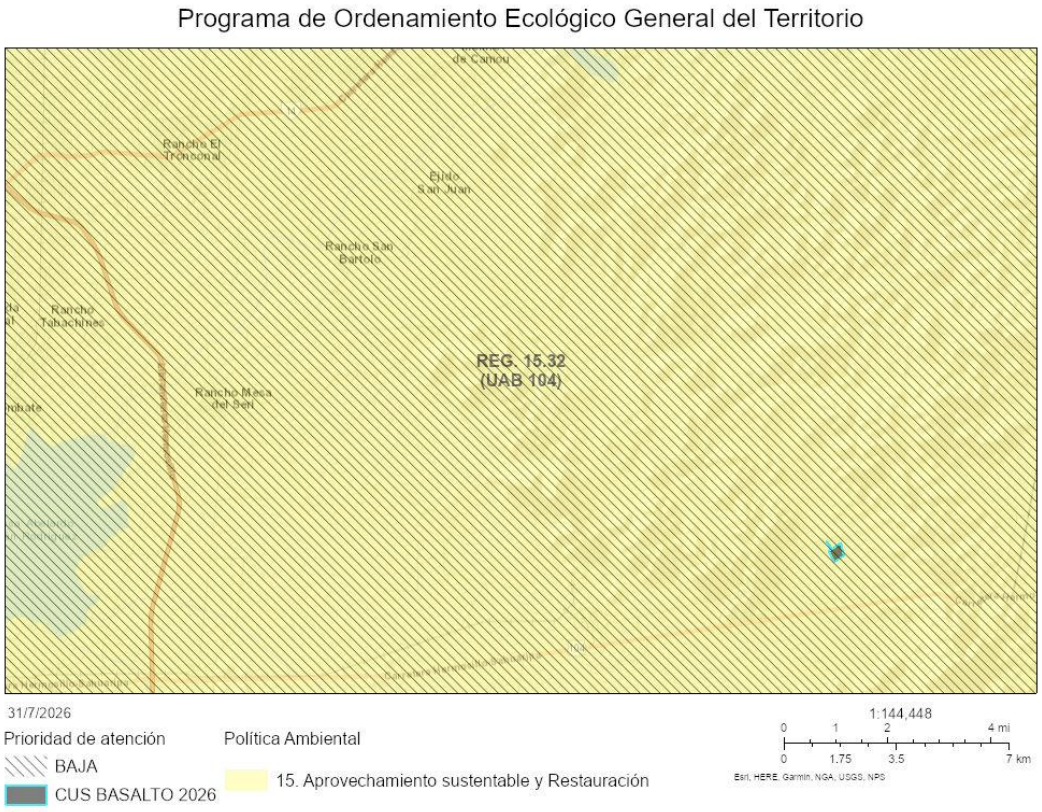


Figura 9. Ubicación del área del proyecto con respecto a la Región Ecológica.

Tabla 13. Estrategias sectoriales de la Unidad Ambiental Biofísica 104. Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
104	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería- Minería	Forestal	Agricultura	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 33, 36, 37, 42, 43, 44

Las estrategias que coinciden con el proyecto son las siguientes:

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

B) Aprovechamiento sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

8. Valoración de los servicios ambientales.

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.

15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

II.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

100-0/03 SIERRA BAJA

Tabla 14. Interacciones con los sectores y subsectores.

SECTOR	SUBSECTOR		SECTOR	SUBSECTOR	
ACUACULTURA			**CONSERVACIÓN**		
	ALGACULTURA			ACUÁTICOS	
	CAMARONICULTURA			BOSQUES SECOS	
	PISCICULTURA AGUA CÁLIDA			BOSQUES TEMPLADOS	
	PISCICULTURA AGUA FRÍA			DESÉRTICOS	**X**
AGRICULTURA				HUMEDALES COSTEROS	
	DISTRITOS DE RIEGO			PASTIZALES	
	URDERALES		**FORESTAL**		
	TEMPORAL			MADERABLE	
	AGUA SALOBRE			NO MADERABLE	
CINEGÉTICO			**GANADERÍA**		
	AVES ACUÁTICAS			EXTENSIVA	**X**
	AVES RESIDENTES	**X**		INTENSIVA	
	GUAJOLOTE		**MINERÍA**		
	BORREGO CIMARRÓN	**X**		MINERÍA	**X**
	JABALÍ Y LIEBRE	**X**	**TURISMO**		
	VENADO BURA			ESPECIALIZADO INMOBILIARIO	**X**
	VENADO COLA BLANCA	**X**		TRADICIONAL	
RESERVAS				ALTERNATIVO AVENTURA	**X**
	RESERVAS			ALTERNATIVO CULTURAL	**X**

Esta unidad es la tercera más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses, y en menor medida en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son extremosos. Entre los elementos biológicos predominan los ecosistemas desérticos; para lo cual se hace una propuesta para la Protección de Sitio en las sierras al sur de Puerto Libertad. Las sierras bajas de la Subprovincia 12 Pie de la Sierra también están asociadas con Bosques secos; de hecho, parte del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui pertenece a esta UGA.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente, especialmente en las formaciones montañosas de la Megacisalla Sonora Mohave) y en las cercanías a Hermosillo para no metálicos (cemento, calhidra y otros). Entre otras actividades se tiene el turismo especializado (inmobiliario) en las sierras aledañas a la costa, entre El Desemboque y Guaymas y el turismo alternativo de aventura y cultural con las civilizaciones áridas, como To'hono (Pápago), Conka'ac (Seri) y Yoheme (Yaqui y Mayo). Las especies cinegéticas más importantes son cimarrón en las sierras del noroeste del estado, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes y la actividad forestal no maderable.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con la minería, probablemente la actividad productiva más rentable en esta UGA. La ganadería extensiva, aunque no es recomendable, existe en el área y también es fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y desérticos.

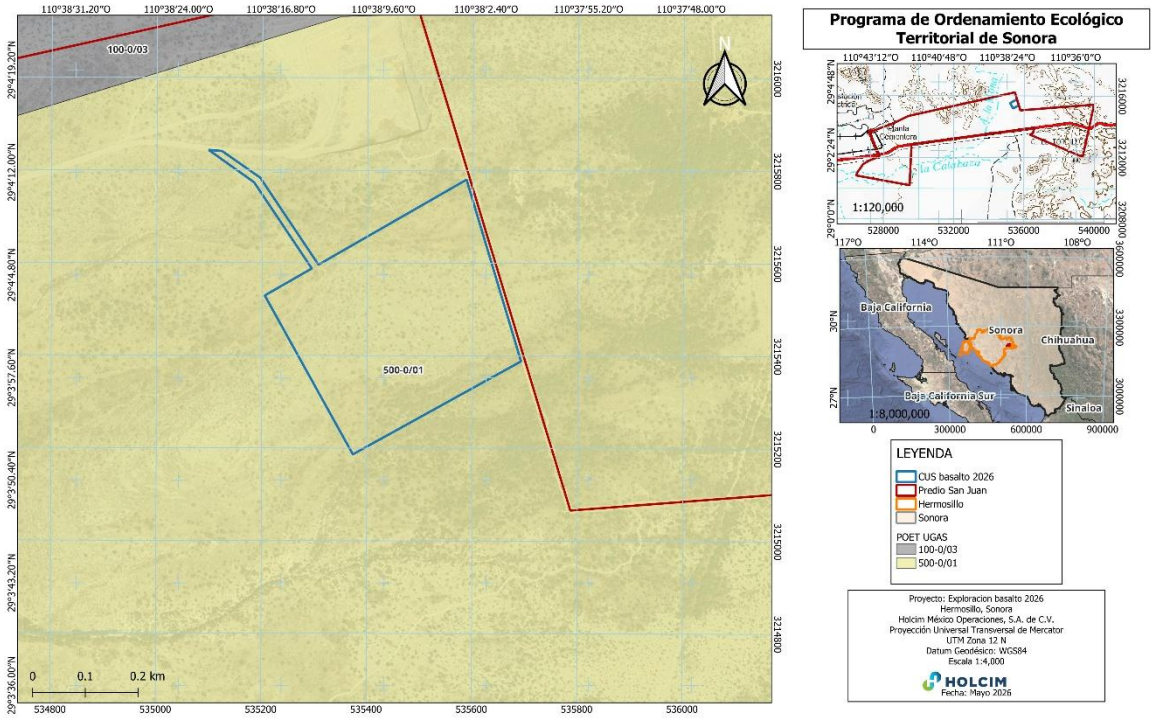


Figura 10. Ubicación del proyecto con respecto al mapa del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.

II.3. Plan Municipal de Desarrollo 2025-2027. Hermosillo

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2025–2027 de Hermosillo está estructurado en cinco frentes estratégicos que guían la acción pública en el municipio:

1. Hermosillo en paz y conectado
2. Hermosillo sostenible e innovador
3. Hermosillo activo y competitivo
4. Hermosillo vivo e incluyente
5. Hermosillo ciudadano y transparente

Hermosillo sostenible e innovador

El proyecto se alinea con este frente al adoptar prácticas sostenibles y tecnologías avanzadas en la exploración de basalto, incluyendo monitoreo ambiental, mitigación de impactos y restauración ecológica, garantizando eficiencia y preservación del entorno.

Hermosillo activo y competitivo

Al generar empleo formal, fomentar la participación de proveedores locales y fortalecer la cadena productiva, este proyecto impulsa la competitividad regional y contribuye al desarrollo económico comunitario.

Hermosillo vivo e incluyente

El plan promueve la inclusión social y equidad; en ese sentido, el proyecto apoya la creación de oportunidades laborales dignas, el respeto a comunidades locales y la garantía de condiciones justas, incluyendo grupos tradicionalmente marginados.

Hermosillo ciudadano y transparente

Se impulsa la transparencia y la participación ciudadana mediante mecanismos de consulta pública, acceso a información y canales de retroalimentación comunitaria, fortaleciendo la gobernanza local y la confianza social.

II.4.Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El artículo 4° en su párrafo quinto hace mención de que todas las personas tienen derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, y que el Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en los términos de lo dispuesto por la ley.

Por lo que, para cumplir el objetivo a lo citado anteriormente, es necesario para la ejecución de alguna actividad económica obtener por parte de la autoridad competente, las autorizaciones necesarias por medio de evaluaciones, estudios, etc., que identifiquen los impactos o riesgos probables que pudieran generar, y, por ende, presentarse planes adecuados para salvaguardar la calidad ambiental, la biodiversidad y la vida humana.

Tal es el caso en la elaboración de este documento que presenta las condiciones actuales del predio, el panorama que pudiera presentarse con la ejecución del proyecto y las medidas que se tomarán para mitigar los impactos y restaurar elementos afectados.

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas

y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Como parte de las medidas sobre lo que menciona el artículo 27, se realizó el presente Estudio Técnico Justificativo como solicitud para el Cambio de Uso en Terrenos Forestales, además de las medidas de mitigación para los impactos negativos que surjan de esta actividad.

II.5. Leyes*:*

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (12 de febrero de 2007), en su Art. 28, fracción VII y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (30 de mayo de 2000) en su fracción "O", nos indica que todos los cambios de uso de suelo en zonas áridas requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental (previamente otorgada).

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente constituye en este caso el principal instrumento legal para evaluar la producción de cemento. Por su naturaleza, este giro industrial corresponde al ámbito federal en materia de impacto ambiental.

Los capítulos de la LGEEPA que tienen injerencia incluyen: Evaluación del Impacto Ambiental, Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos, Prevención y Control de la Contaminación del Suelo, Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera y Materiales y Residuos Peligrosos.

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- La Ley de Aguas Nacionales. Es otro instrumento legal que regula referente a usos y descargas de aguas en cuerpos de agua o bienes nacionales.
- La Ley de armas de fuego y explosivos. Que regula todas las actividades relacionadas al uso y manejo de explosivos.
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.6. Reglamentos:

Los siguientes reglamentos son aplicables a este proyecto:

- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en relación con lo establecido en su artículo 57.

- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, que establece las disposiciones y trámites necesarios para el control de las emisiones contaminantes al aire ambiente.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

II.7. Normas Oficiales Mexicanas

Las principales normas oficiales mexicanas, en materia ambiental, que se pudieran vincular con el proyecto

Tabla 15. Normas Oficiales Mexicana aplicables al proyecto.

Materia	Norma	Especificaciones	Medidas para su cumplimiento.
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.	NOM-052-SEMARNAT-1993.	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y el listado de los residuos peligrosos.	Instalación de contenedores para disponer los residuos, mismos que serán desalojados por empresa especialista, misma que será contratada por el promovente.
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma NOM-053-ECOL-1993.	
Flora y fauna	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.	Durante el muestreo no se encontraron especies que se encuentren enlistadas en esta NOM, sin embargo, se presentará un programa de rescate de flora y fauna y si se encontrara algún individuo dentro de la NOM, este será rescatado y reubicado.
Suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2005.	Límites máximos de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	En dado caso que por accidente se produzca un derrame de hidrocarburos (como gasolina) se seguirán las indicaciones de la norma para su remediación.
Aire	NOM-041-SEMARNAT-2006.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los vehículos que operen contarán con los servicios preventivos y correctivos para que estén en perfecto estado. Es de hacer mención que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular.
	NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo	

Materia	Norma	Especificaciones	Medidas para su cumplimiento.
		peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos	
	NOM-047-SEMARNAT-1999	Características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	
	NOM-024-SSA1-1993	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Los vehículos contarán con los servicios preventivos y correctivos para disminuir el impacto negativo en el aire. Durante el proceso de construcción se apoyará de riegos para disminuir las partículas suspendidas.
	NOM-025-SSA1-1993.	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM-10). Valor permisible para la concentración de partículas menores a 10 micras en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	
Ruido	NOM-081-SEMARNAT-1994.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La empresa se compromete a respetar los límites máximos de ruidos establecidos en la norma, que establece el nivel de ruido de 68 decibeles de 6 a.m. a 10 p.m. y de 65 decibeles de 10 p.m. a 6 a.m. en zonas industriales y comerciales.

II.8. Convenios o tratados internacionales

Convención marco de naciones unidas sobre el cambio climático

Objetivo

El objetivo es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Artículo 4° inciso "f"

Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él.

Para cumplir con el objetivo establecido en dicho convenio la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 28 Fracción VII indica que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establecerá las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. Entre estas actividades se incluye el cambio de uso de suelo.

Convenio sobre la diversidad biológica

Objetivos

Los objetivos de este Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

Artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso

1. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.

Es por ello por lo que en el Art. 93 de la LGDFS en su párrafo tercero indica que las autorizaciones de cambio de uso de suelo que se emitan deberán integrar un programa de

rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La presente solicitud incluye su programa de rescate y reubicación de flora y fauna.

Convención de las naciones unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África.

Objetivo

El objetivo es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.

Artículo 2

2. La consecución de este objetivo exigirá la aplicación en las zonas afectadas de estrategias integradas a largo plazo que se centren simultáneamente en el aumento de la productividad de las tierras, la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos de tierras y recursos hídricos, todo ello con miras a mejorar las condiciones de vida, especialmente a nivel comunitario.

El proyecto cuenta con un programa de ahuyentamiento y rescate de fauna y un programa de rescate y reubicación de vegetación con informes sobre la sobrevivencia durante cinco años.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Es un acuerdo internacional concertado entre gobiernos. Desde el año 2000 la CONABIO es la autoridad científica de México ante la CITES.

La CITES regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.

La CITES proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados. Para ello, es indispensable que cada uno de los países que participan en la Convención designen una o más Autoridades Administrativas que se encargan de

regular el sistema de permisos y certificados, y una o más Autoridades Científicas que asesoren sobre los efectos del comercio en las especies.

Misión de la CITES. *Asegurar que el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres no amenace su supervivencia, sino que se realice de manera sustentable promoviendo la conservación de las poblaciones.*

Como parte del análisis del muestreo, no se encontraron especies dentro los Apéndices de este acuerdo, pero, se llevará a cabo un programa de ahuyentamiento y rescate de fauna para evitar que algún individuo sea lastimado durante las actividades y de igual manera, se realizará un programa de rescate y reubicación de flora de las especies de interés.

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DESTACADA

En el presente capítulo se describe la región ecológica en la que se inserta el proyecto "CUS Basalto 2026", así como los principales aspectos abióticos, bióticos, de paisaje y socioeconómicos que la caracterizan. Asimismo, se identifica la problemática ambiental existente en la región, con base en información oficial de dependencias como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la propia SEMARNAT, a fin de contar con un marco de referencia objetivo para la identificación y evaluación de impactos ambientales que se desarrolla en el Capítulo IV del presente estudio.

III.1. Delimitación del área de estudio

La delimitación del sistema ambiental de referencia se realizó considerando tres criterios complementarios: 1) delimitación administrativa, correspondiente al municipio de Hermosillo, Sonora; 2) delimitación hidrológica, referida a la cuenca y subcuenca hidrográfica en que se inserta el predio; y 3) delimitación ecológica, con base en la unidad ambiental biofísica y la región ecológica establecidas en el ordenamiento ecológico vigente.

El proyecto "CUS Basalto 2026" se ubica dentro del predio San Juan, al Este de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el km 23 de la carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa. El área del proyecto (16-45-60 ha) se localiza en la Subcuenca Río Sonora-Hermosillo, dentro de la Cuenca del Río Sonora (Región Hidrológica RH9 Sonora Sur), cuenca que cuenta con una superficie de 21,474 km², equivalente al 14.8% de la superficie de la RH9 (INEGI, 1993). El área del proyecto representa únicamente el 0.0076% de la superficie total de dicha subcuenca, por lo que su influencia directa sobre la dinámica hidrológica regional es puntual y de baja magnitud.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el predio se ubica dentro de la Región Ecológica 15.32, en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 104 "Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales", la cual forma parte de la Provincia II Llanuras Sonorenses (Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses) y, en menor proporción, de la Provincia III Sierra Madre Occidental (Subprovincia 12 Pie de la Sierra) (SEMARNAT-INE, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Diario Oficial de la Federación, 07 de septiembre de 2012). Esta unidad se caracteriza por terrenos de pendiente abrupta, suelos delgados o roca aflorante, altitudes generalmente inferiores a 600 msnm y climas extremosos, predominando los ecosistemas desérticos.

III.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

La superficie del proyecto que es propuesta al CUSTF, se ubica dentro de la Región Hidrológica No. 9, Sonora Sur (RH9), la cual abarca la mayor superficie en el Estado de Sonora, desde Agua Prieta hasta Yavaros, prolongándose por Chihuahua y ocupando el 63.64% de la superficie estatal. En esta región hidrológica, la mayoría de las corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental. Está constituida por cinco cuencas: La del Río Mayo, Río Yaqui, Río Mátape, Río Bacoachi y Río Sonora, es en ésta última en donde se encuentra el área sujeta al CUSTF.

Tabla 16. Cuencas de la RH9.

REGIÓN HIDROLÓGICA (RH-9) SONORA SUR	
CUENCAS	
A	Río Mayo (7.03 %)
B	Río Yaqui (29.98 %)
C	Río Mátape (5.03 %)
D	Río Sonora (14.78 %)
E	Río Bacoachi (6.82 %)

El área del proyecto se localiza en la cuenca Rio Sonora, ubicándose específicamente en la parte este de la subcuenca R. Sonora-Hermosillo.

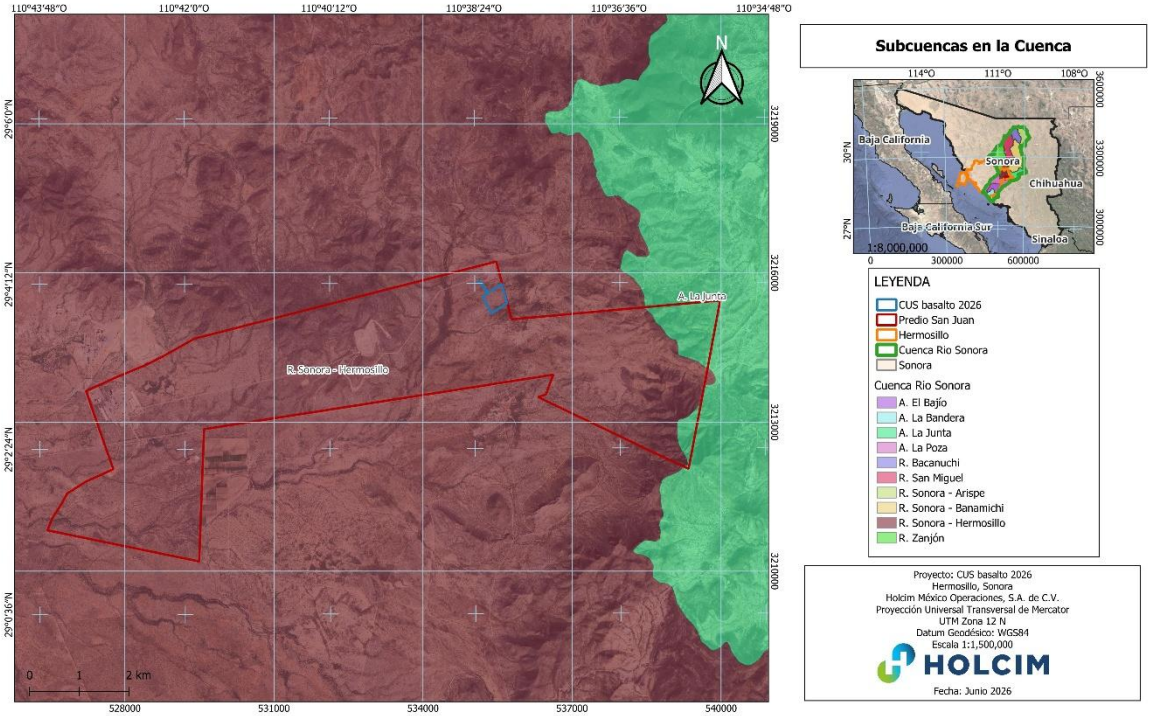


Figura 11. Área de localización en la cuenca del Río Sonora.

Río Sonora.

El río Sonora inicia su recorrido en las cercanías de Cananea, con rumbo general al sur hasta la capital estatal. El afluente más trascendente que lo alimenta es el río Bacanuchi. Esta cuenca posee además otros dos ríos, el San Miguel de Horcasitas y El Zanjón, que se unen justo antes de pasar por El Alamito, para confluir con el río Sonora en las afueras de la ciudad de Hermosillo. Estas corrientes alimentan a la presa Abelardo L. Rodríguez, cuyas aguas son empleadas para riego, control de avenidas y uso doméstico; otra presa es Teopari en el arroyo La Junta. Se registra una precipitación media anual de 376 mm, volumen medio anual precipitado de 9 779.8 Mm^3, coeficiente de

escurrimiento de 2.8% que generan un escurrimiento de 273.83 Mm^3 anuales. El uso principal es agrícola, seguido por doméstico, industrial, pecuario y recreativo.

Los municipios que se encuentran dentro de esta cuenca son Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Baviácora, Benjamín Hill, Cananea, Carbó, La Colorada, Cucurpe, Cumpas, Fronteras, Guaymas, Hermosillo, Huépac, Ímuris, Magdalena, Mazatán, Moctezuma, Opodepe, Rayón, San Felipe de Jesús, San Miguel de Horcasitas, San Pedro de la Cueva, Santa Ana, Ures y Villa Pesqueira.

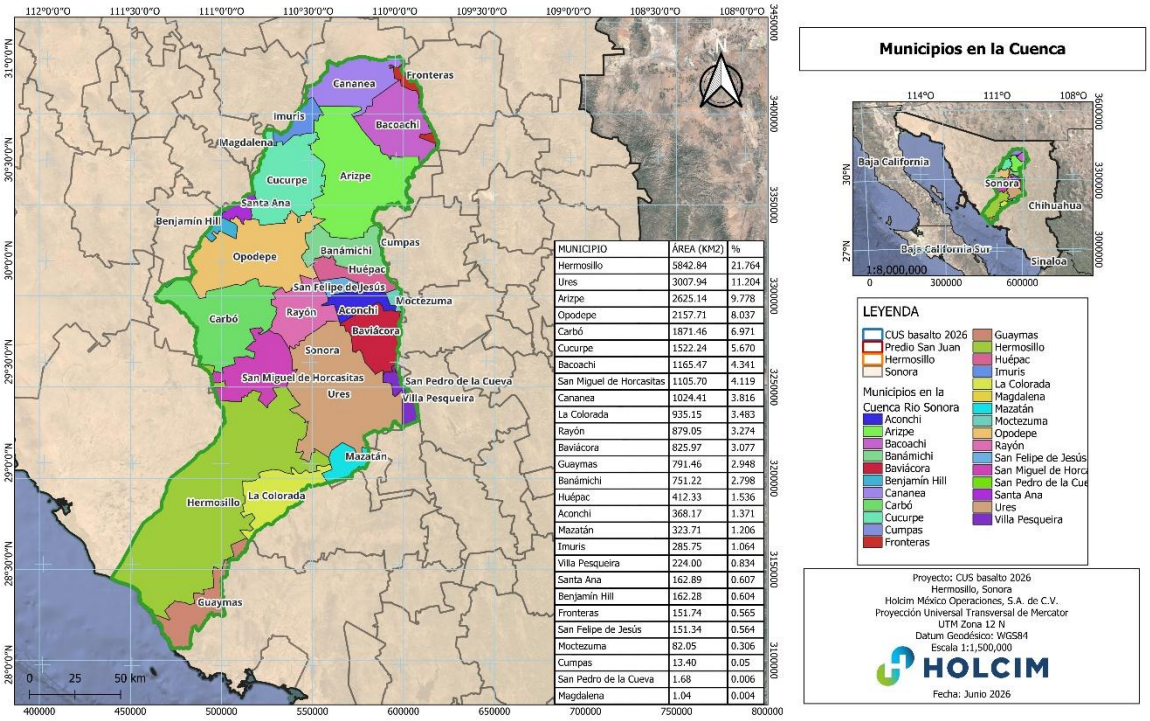


Figura 12. Municipios dentro de la cuenca Río Sonora.

III.2.1. Medio abiótico

a) Clima

Cuenca

Según la clasificación de Köppen, adaptada para México por Enriqueta García, el clima dominante en la cuenca corresponde a los tipos del grupo BS, descritos como semiáridos, con lluvias de verano y de amplitud térmica extremosa, estos representan cerca del 61% del territorio. En segundo término, están los tipos del grupo BW, que se caracterizan por ser, Muy Seco Cálido con lluvias en verano, porcentaje de precipitación invernal se ubica entre 5 y 10.2, estos representan casi el 39% de la cuenca. Existe un patrón muy claro en cuanto a la distribución de estos grupos climáticos dentro de la cuenca. Los climas del grupo BS, se distribuyen a partir de la parte media hacia la parte alta de la cuenca, mientras que los climas BW, cubren a partir de la parte media al Suroeste de la cuenca con excepción de un área de aproximadamente 5,700 has a la altura del valle donde se ubica

la población de Baviácora. Los climas templados y húmedos están restringidos a las partes altas de las sierras.

El clima de la cuenca en general se caracteriza por sus fuertes amplitudes térmicas tanto diurnas como anuales. Cuando se presentan heladas, estas ocurren durante la noche, ya que las temperaturas se tornan más cálidas durante el día en invierno. El régimen de humedad es del tipo árido, con menos de 90 días de humedad al año, seguido del tipo xérico con un rango de 90 – 180 días de humedad persistente en el suelo. En general la cuenca cuenta con temperaturas máximas promedio muy cálidas (García, 1998), una media anual semicálida (Vidal, 1990) y una mínima promedio muy fría (García, 1998).

La precipitación media anual de la cuenca oscila entre los 250 mm a 500 mm, con una máxima que apenas rebasa los 600 mm y una mínima de menos de 80 mm, el promedio anual de días de lluvia es de 40. Las precipitaciones de verano se presentan de junio a septiembre y estas representan las dos terceras partes de la aportación total anual. Las lluvias de invierno aportan el 10% del total, mostrando una gran variabilidad interanual en su repartición. La evaporación anual promedio es mayor a los 2,000 mm, mientras que la evapotranspiración real para la cuenca oscila en el rango de 100 – 500 mm (Maderey, 1990). El régimen de humedad para la cuenca es del tipo arídico, con 0 días de humedad persistente en el suelo (Maples, 1992).

De manera particular, a continuación, se describen los principales climas de la cuenca del Río Sonora, de acuerdo con el plano de clasificación climática del INEGI, 1989.

Grupo BW, muy seco con regímenes de lluvia de verano.

Estos climas se caracterizan por ser muy secos con régimen de lluvias de verano, con porcentajes de lluvia invernal variable, de 5 a más de 10.2 % y temperaturas de cálidas a semicálidas. Están representados en la cuenca los siguientes tipos de clima.

Tabla 17. Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BW.

Tipo de clima	Descripción	Área (km^2)	% en la Cuenca	Municipios
BW(h') (x')	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	6,428.01	23.95	Carbó, La Colorada, Guaymas, Hermosillo, San Miguel de Horcasitas, Ures.
BWh(x')	Muy árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frio menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	4,075.59	15.18	Benjamín Hill, Carbó, La Colorada, Guaymas, Hermosillo, Opodepe, Rayón, San Miguel de Horcasitas.

Tipo de clima	Descripción	Área (km²)	% en la Cuenca	Municipios
BW(h') w	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	3.827	0.01	Guaymas

Grupo BS1, Semi-seco con regímenes de lluvia de verano.

Tabla 18. . Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BS1.

Tipo de clima	Descripción	Área (km²)	% en la cuenca	Municipios
BS1h(x')	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	6,659.426	24.81	Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Benjamín Hill, Carbó, La Colorada, Cucurpe, Huépac, Ímuris, Magdalena, Mazatán, Moctezuma, Opodepe, Rayón, San Felipe de Jesús, San Pedro de la Cueva, La Colorada, Santa Ana, Ures, Villa Pesqueira.
BS1k(x')	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	4,732.841	17.63	Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Cananea, Cumpas, Cucurpe, Fronteras, Huépac, Ímuris, Magdalena, Mazatán, Moctezuma, Opodepe, Rayón, San Felipe de Jesús, Santa Ana, Ures, Villa Pesqueira.

Grupo BSo, Seco con regímenes de lluvia de verano.

Estos climas son secos, con regímenes de lluvia de verano, con lluvias invernales mayores al 10.2%. Las temperaturas van de cálidas a semicálidas. El tipo de clima BSohw(x') es el de mayor superficie dentro de la cuenca y es el tipo de clima en donde se encuentra el área propuesta para el CUSTF. Este grupo está representado en la cuenca por los siguientes tipos de clima.

Tabla 19. Descripción y área ocupada por tipos de clima del grupo BSo.

Tipo de clima	Descripción	Área (km²)	% en la cuenca	Municipios
BSo(h') (x')	Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Lluvias repartidas todo el año, y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.	1,069.981	3.99	Aconchi, Baviácora, Hermosillo, San Miguel de Horcasitas, Ures.
BSo(h') hw(xï)	Árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frio menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	3,873.293	14.43	Aconchi, Arizpe, Banámichi, Baviácora, Benjamín Hill, Carbó, La Colorada, Hermosillo, Huépac, Mazatán, Opodepe, Rayón, San Felipe de Jesús, San Miguel de Horcasitas.

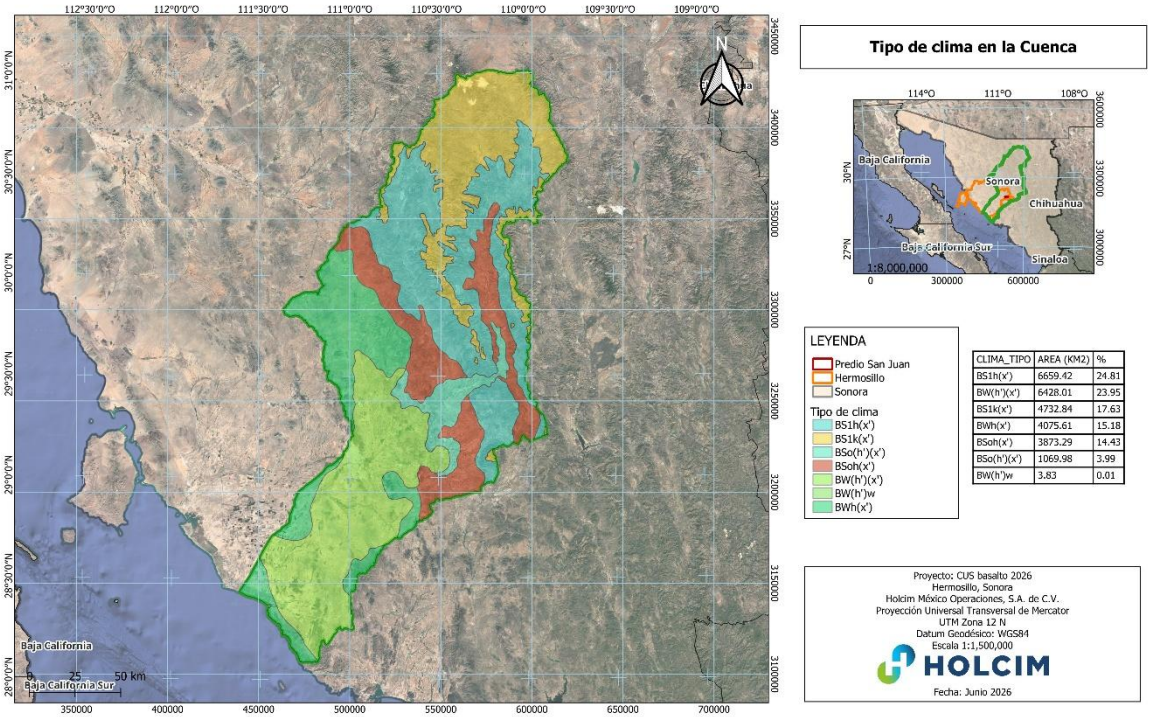


Figura 13. . Tipos de climas presentes en la cuenca del Río Sonora.

Temperatura promedio mensual, anual y extrema. En las inmediaciones del proyecto, la temperatura media promedio oscila entre los 22 y los 24.6 °C al año. Mensualmente, los meses intermedios del año presentan rangos de entre 38-42 °C. La temperatura máxima promedio anual se ubica en el rango de 30 a 35 °C, mientras que la máxima extrema se presenta sobre todo a mediados de año, con mayor incidencia en los meses de junio a septiembre, período en el cual se

han reportado temperaturas de hasta 49 °C (Estación de Topahue, 14 de agosto de 1993). Las temperaturas mínimas promedio de la cuenca son de entre 12 y 17 °C en todas las estaciones de la cuenca. Las mínimas extremas ocurren principalmente a principios y finales de cada año, con registros de hasta -7 °C (Estaciones El Orégano, Santa Rosalía y La Colorada).

Precipitación Pluvial (anual, mensual, máxima y mínima). Las mayores precipitaciones se presentan durante los meses de julio a septiembre, registrándose una humedad relativa promedio del 53%. En los meses de marzo a junio la humedad relativa es del 30%. La precipitación acumulada va desde 288 mm (estación de la Presa Abelardo L. Rodríguez) hasta 479 mm (estación Topahue). Es en esta última estación donde se ha registrado la máxima precipitación en un día, esta fue de 212 mm de lluvia el 12 de agosto de 1990.

Evaporación promedio mensual y anual. Como en todas las áreas áridas y semi-áridas, en la cuenca del Río Sonora la evaporación es mayor a la precipitación pluvial. Los valores de evaporación acumulada anual oscilan entre los 2,288.12 y 2,995.7. Los promedios mensuales de evaporación en los meses de verano alcanzan los 400 mm. En contraste, los valores mínimos se presentan en invierno, con valores que van desde 84 mm.

Vientos dominantes. Por la mañana los vientos dominantes se presentan de Suroeste – Noreste y en sentido contrario durante la tarde. Los vientos más fuertes que se han registrado se presentan de julio a septiembre, con velocidades de 60 a 80 km/h, que, en ocasiones, en presencia de huracanes, pueden alcanzar los 120 km/h.

Área del proyecto

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García, 100% del área del proyecto se encuentra en el tipo de clima BW(h') (x´) este clima es muy seco con régimen de lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2°C, semicálido con invierno fresco. Temperatura media anual mayor a 18°C. Temperatura del mes más frío menor a 18 °C.

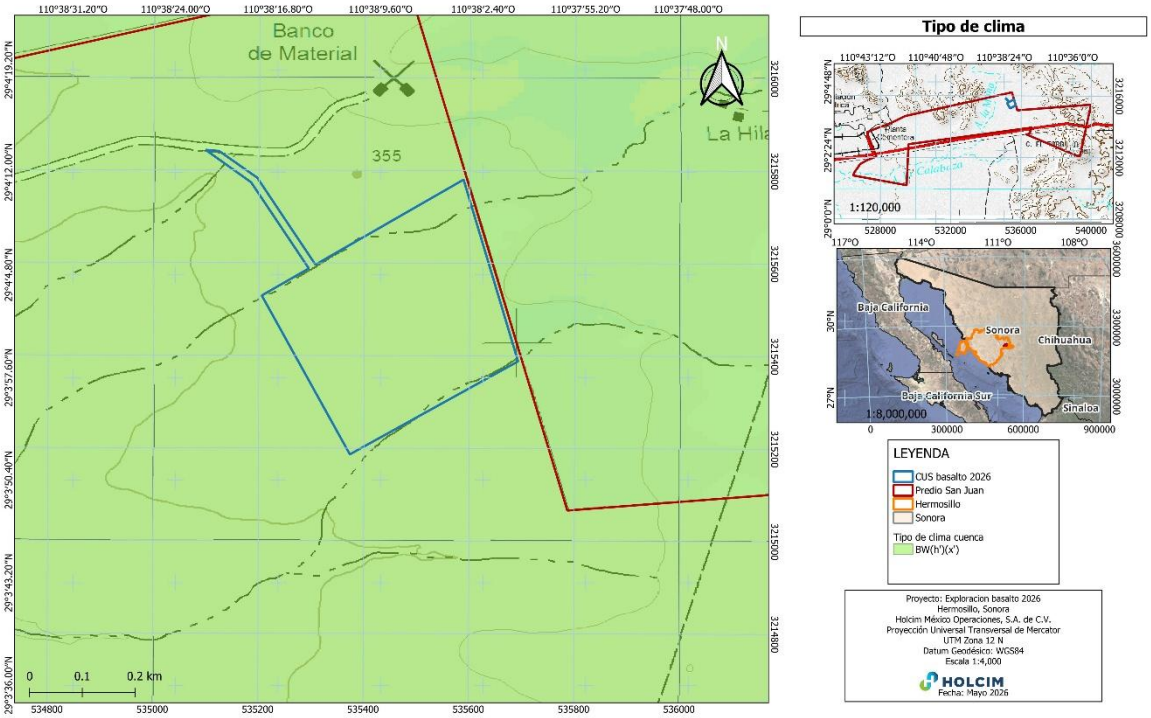


Figura 14. Tipo de clima presente en el área del proyecto.

La principal y más cercana estación climatológica que opera en los alrededores del sitio del proyecto, con series de datos para describir las condiciones del sitio es la estación 00026032 El Orégano.

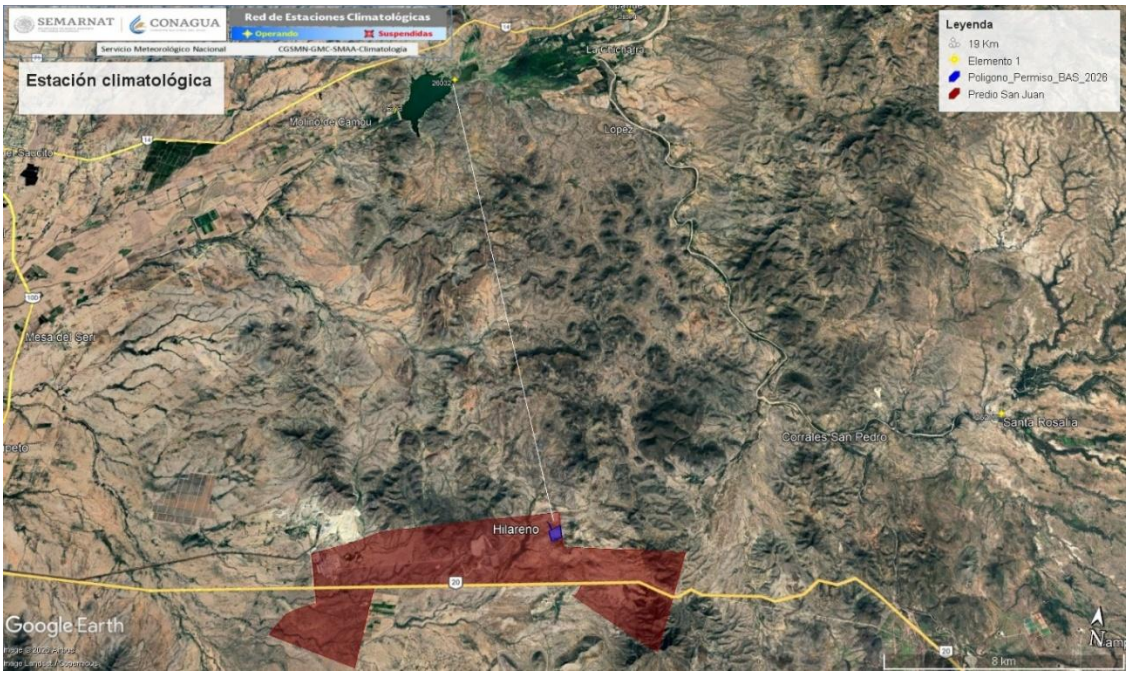


Figura 15. Ubicación de la estación climatológica 00026032 El Orégano.

Tabla 20. Registro Meteorológico del área de sitio.

Estación	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m.	Período de datos	Distancia al proyecto (km)
00026032 EL OREGANO	29°13'46.92" N.	110°42'21.96" O	279	1941-2019	19.0 km al N

Temperaturas

La temperatura media anual en el área es de 25 °C, la máxima promediada en el periodo es de 34.9 °C y la mínima de 15.1 °C. Sin embargo, se registran valores extremos máximos de 51.0 °C (el día 1ro de julio de 1953) y mínima de -7.5ºC (el 18 de enero del 1987). La siguiente tabla muestra los valores de las temperaturas medias, máximas y mínimas, para el periodo mencionado. En promedio los meses más calientes son de mayo a septiembre, alcanzando temperaturas máximas entre los 38.3°C hasta 42°C, mientras que las temperaturas más bajas se presentan en el mes de enero con 6.2 °C.

Tabla 21. Temperaturas medias, máximas y mínimas para el proyecto.

T EN º C	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MAX	27	29	31.2	35	38.3	42	41	40	40	37	31.7	27	34.9
MED	17	18	20.5	24	27	32	33	33	32	27	20.9	17	25
MIN	6.2	7.5	9.9	13	15.6	21	26	25	23	17	10.2	6.5	15.1

Precipitación media anual

Como se mencionó anteriormente, el clima en la región es muy seco, por lo que la precipitación es muy baja, siendo ésta de tan solo 375 mm anuales, en promedio y se tiene una evaporación total al año de 2,124 mm. La siguiente tabla muestra los valores de precipitación promedio anual y de evaporación potencial en mm.

Tabla 22. Precipitación y evaporación potencial para el área del proyecto (mm).

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIP	19.5	15.5	8.7	3.4	2.6	9.9	111.4	108.5	55.0	18.2	10.7	20.7	375
EVAP	91.6	115.8	179.0	233.0	296.9	291.0	242.5	219.3	203.9	172.9	114.3	85.1	2,124.0

El climograma que a continuación se presenta, muestra las condiciones normales de la precipitación y de la temperatura en área del proyecto. Se aprecia claramente el régimen de lluvias de verano. Con excepción del mes de septiembre y agosto, la mayor parte del año la precipitación es escasa, con temperaturas altas con respecto a la precipitación, lo que genera condiciones importantes de déficit de humedad, sobre todo durante el período de estiaje que abarca los meses de marzo a junio.

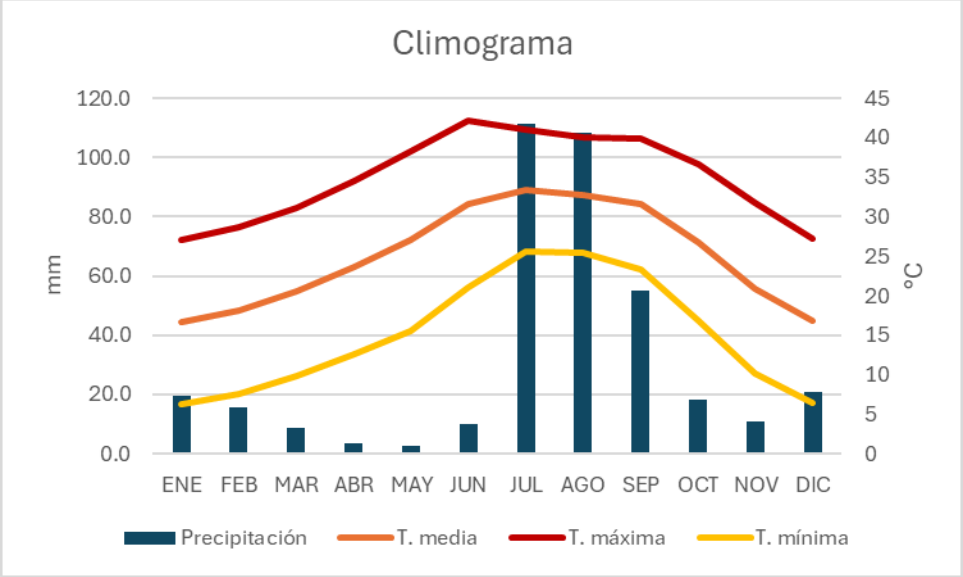


Figura 16. Precipitación y evaporación potencial para el área del proyecto (mm).

Reforzando lo anterior, tomando en cuenta a la evaporación potencial, se muestra que todos los meses existe déficit de agua, esto es, que la evaporación sobrepasa a la cantidad de agua de precipitación.

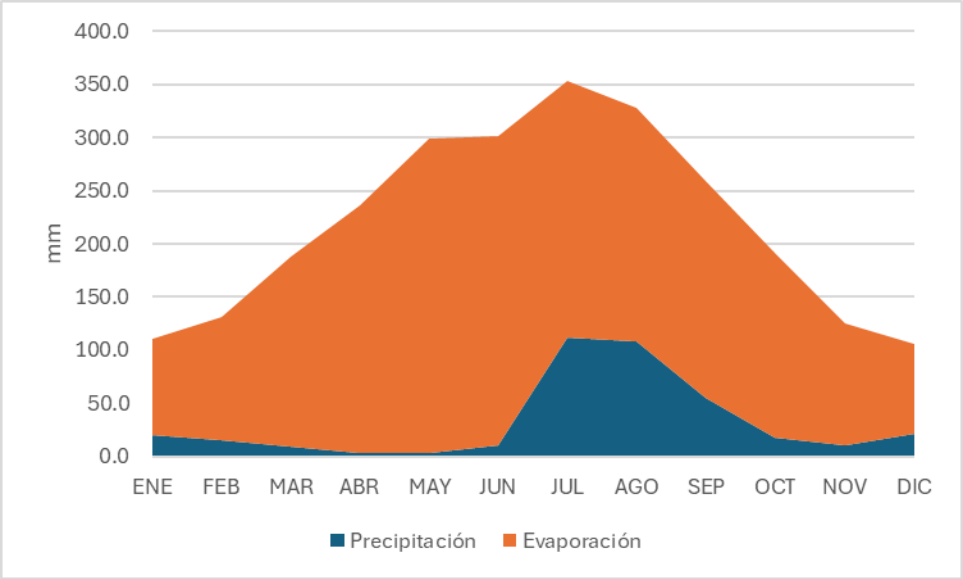


Figura 17. . Precipitación y evaporación potencial en el área del proyecto.

Fenómenos meteorológicos severos

Número de días con niebla

De acuerdo con la estación meteorológica de la CONAGUA, la siguiente imagen muestra que Sonora registra, en promedio, menos de 10 días de neblina al año; incluso, en algunas zonas del estado no se tiene registro de este fenómeno.

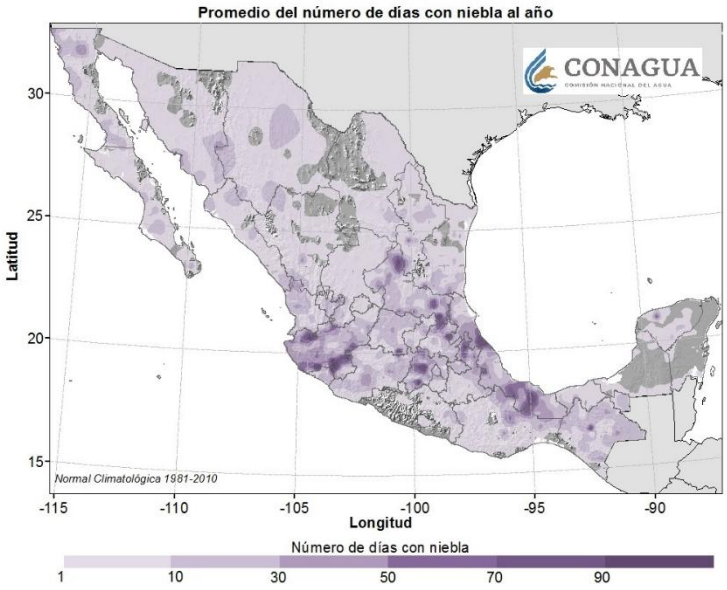


Figura 18. Promedio de número de días con neblina al año.

Tempestad eléctrica

La tormenta eléctrica se caracteriza por un estruendo o trueno acompañado por la presencia de rayos (resplandor luminoso), este tipo de tormenta puede venir acompañada de lluvias intensas, granizo y fuertes vientos. La tempestad eléctrica se asocia a nubes convectivas como los cumulonimbos. Los mapas muestran el número de días en promedio a nivel anual o mensual del periodo 1981 a 2010 en que se registró tempestad eléctrica.

Como se muestra en la imagen, la mayor parte del estado registra un promedio inferior a 10 días de tempestad eléctrica al año. Específicamente en la zona del proyecto, se observa que el promedio también se mantiene por debajo de este rango.

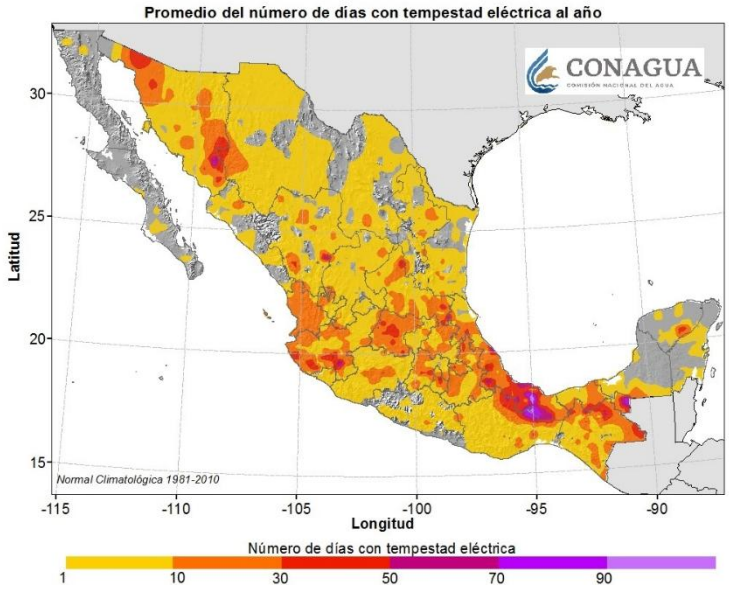


Figura 19. Promedio del número de días con tempestad eléctrica al año.

Vientos

La estación meteorológica La bachata de la Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Sonora (REMAS) se localiza a 50 km al oeste del proyecto, y cuenta con registros del 2015 a la fecha (mayo de 2026). En promedio se registró una velocidad de viento anual de 1.53 Km/h con dirección promedio de 213°. Los meses que presentan una velocidad más alta es en mayo y junio con 4.8 y 4.7 Km/hr respectivamente y en el mes de diciembre se registra la velocidad más baja con 0.4 Km/h.

En promedio se registró ráfagas de viento máximas de 76.4 km/h y ráfagas de viento promedio de 34.9 Km/h, en los meses de julio y agosto se registraron en promedio las ráfagas más altas con 41.7 y 41.1 Km/h respectivamente.

Riesgos

El riesgo de sequía en el área del proyecto es muy bajo con base al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2012a). Estos datos se obtuvieron considerando el logaritmo natural de la densidad de población más tres (Ln[D]+3) por municipio y de acuerdo con el censo 2010, el índice de vulnerabilidad social (IVS) y el índice de peligro por sequias.

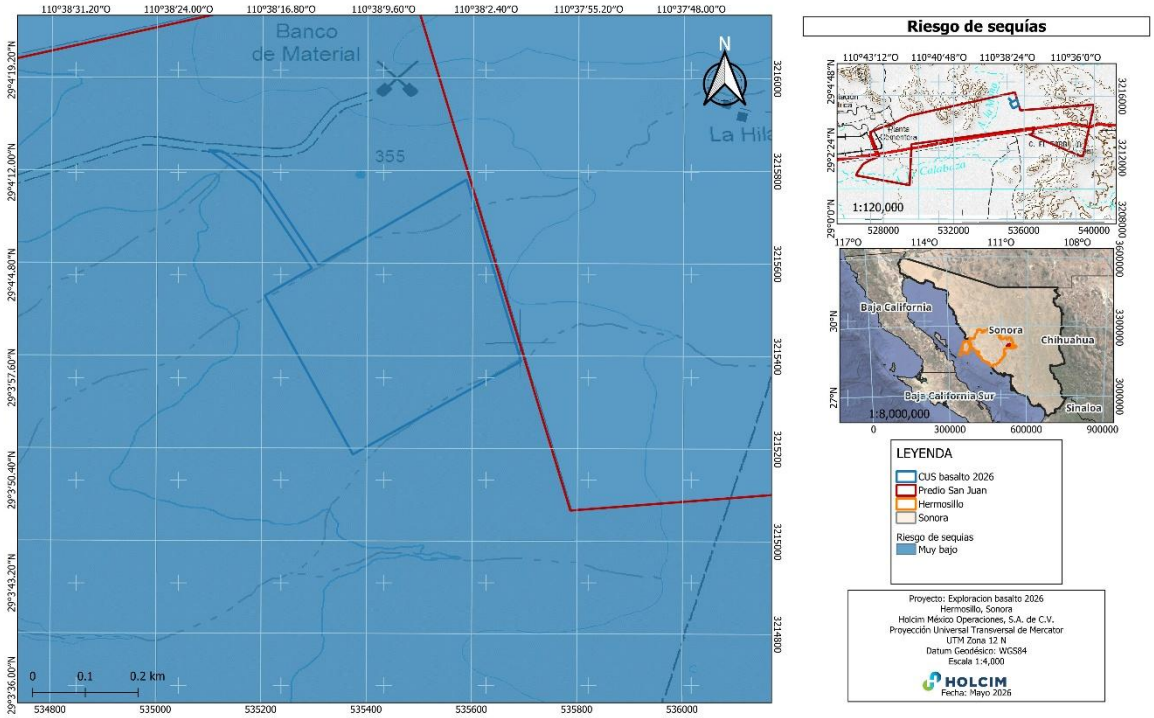


Figura 20. Grado de riesgo por sequias en el área del proyecto.

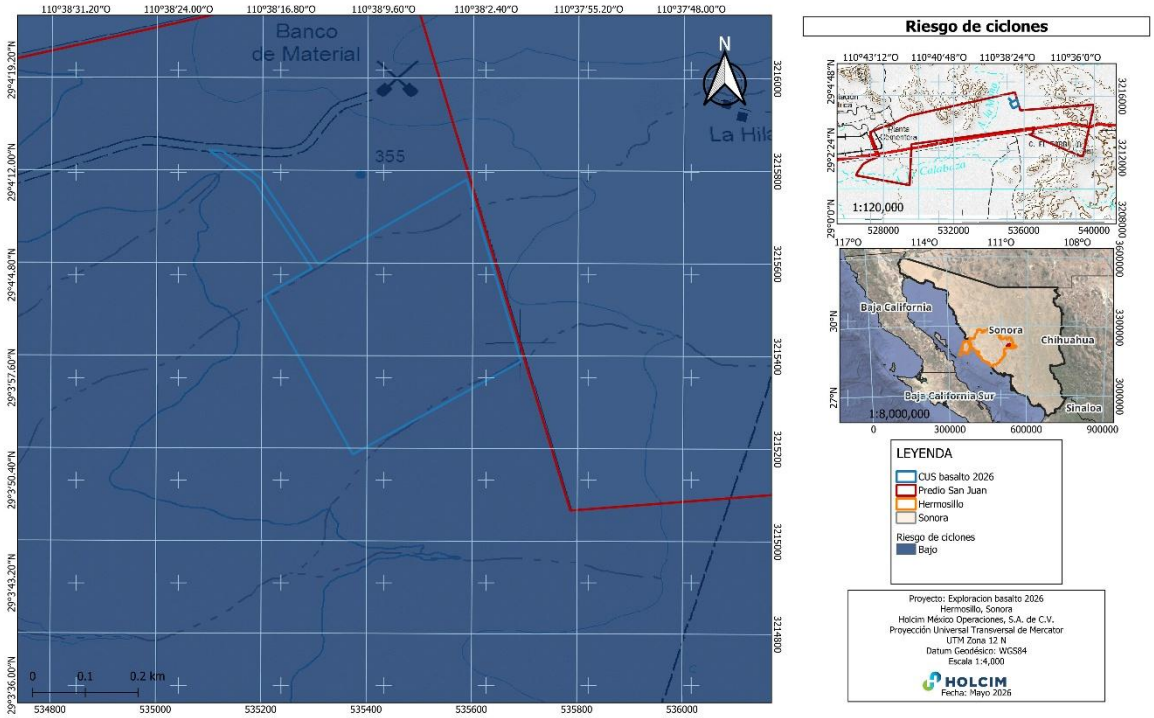


Figura 21. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el área del proyecto.

Con el propósito de contar con información sobre el grado de riesgo por ciclones tropicales en México, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento se creó el mapa de grado de riesgo por ciclones tropicales por municipio. Este mapa creado por CENAPRED (2012b) muestra el grado de riesgo por ciclones tropicales en México, que sirve de referencia en análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento. El área del proyecto se encuentra en un grado de riesgo bajo.

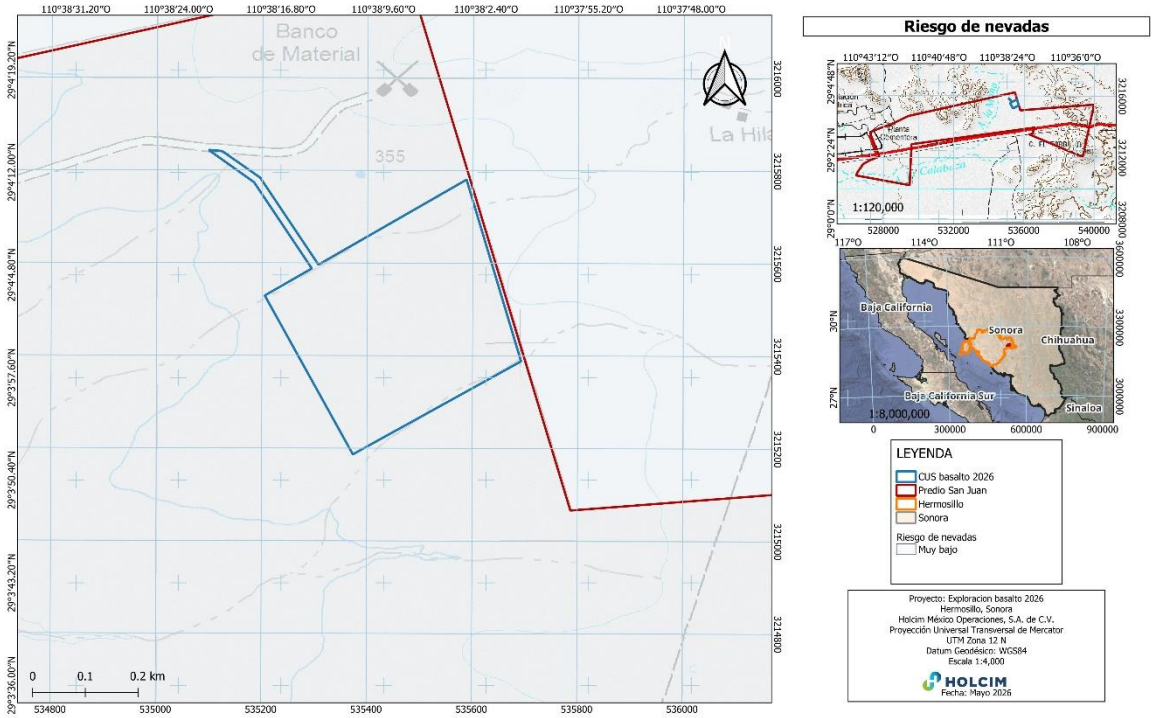


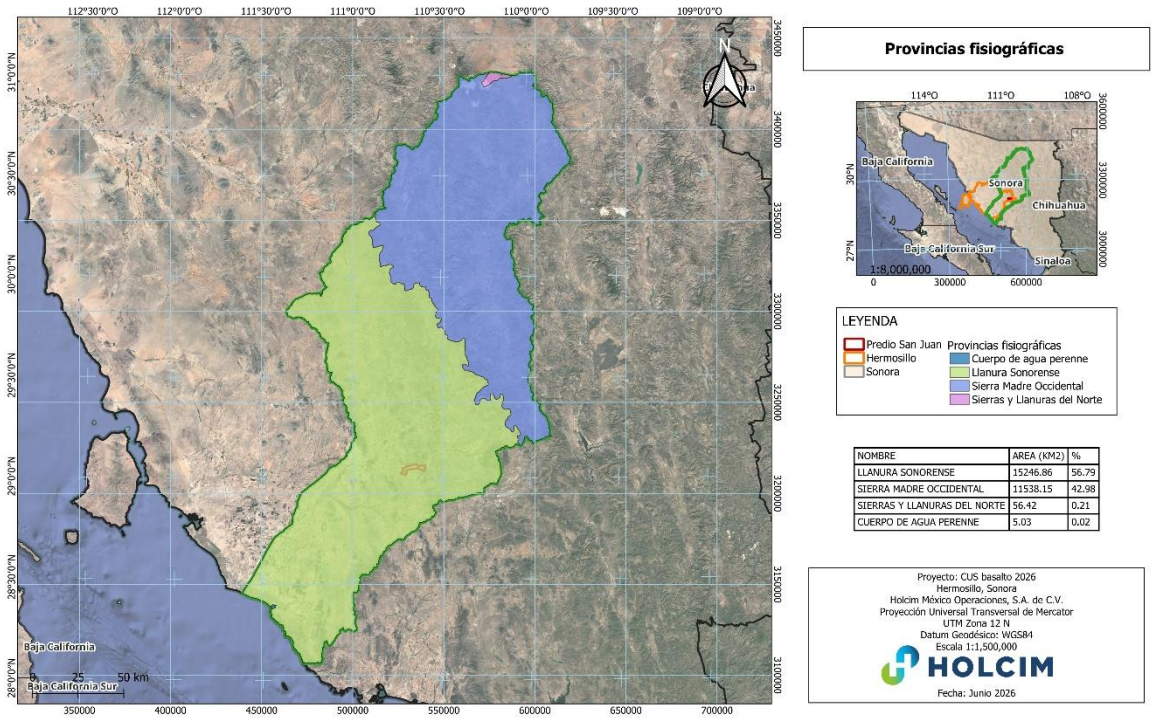
Figura 22. Grado de riesgo de nevadas en el área del proyecto.

El grado de riesgo de nevadas se obtuvo considerando el logaritmo natural de la densidad de población más tres (Ln[D]+3) por municipio de acuerdo con el censo 2010, el índice de vulnerabilidad social (IVS) y el índice de peligro por nevadas. El área del proyecto se encuentra en un grado de riesgo muy bajo según CENAPRED (2012c).

b) Geología y geomorfología

Fisiografía

Fisiográficamente, la cuenca se encuentra dividida por tres Provincias fisiográficas: Al norte, se encuentra Sierras y Llanuras del Norte, abarca tan solo el 0.21% de la cuenca. La Provincia Sierra Madre Occidental abarca el 42.98%, esta se encuentra al norte de la cuenca. Al sur, se encuentra la Llanura Sonorense, está abarca el 56.79%.



NOMBRE	AREA (KM2)	%
LLANURA SONORENSE	15246.86	56.79
SIERRA MADRE OCCIDENTAL	11538.15	42.98
SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE	56.42	0.21
CUERPO DE AGUA PERENNE	5.03	0.02

Figura 23. Provincias fisiográficas en la Cuenca del Río Sonora.

Llanura Sonorense

La extensión de la provincia Llanura Sonorense consta de sierras bajas paralelas de bloques fallados, orientadas burdamente nor-noroeste – sursureste, y separadas unas de otras por llanuras cada vez más amplias y bajas hacia el Golfo de California. Los climas imperantes en la provincia son los muy secos semicálidos, como en el Desierto de Altar; y los muy secos cálidos, hacia el sur de Hermosillo. En el Desierto de Altar domina la vegetación de desiertos arenosos, en el resto de la región se encuentran matorrales de tipo sarcocaule, así como matorral desértico micrófilo y mezquital.

La provincia está dividida en dos subprovincias y una discontinuidad, las cuales son: Sierras y Llanuras Sonorenses, Desierto de Altar y Sierra del Pinacate.

Sierra Madre Occidental

La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental se divide en dos subprovincias, denominadas: Barrancas (Altiplanicie lávica) y de Sierras y Valles Paralelos (Sierras Alargadas). La provincia fisiográfica de Sierras Sepultadas comprende más del 50 % del Estado de Sonora y se divide en tres subprovincias: Desierto de Sonora, Llanura Costera y Estribaciones de Piamonte. La provincia fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte está formada por una serie de sierras y valles que forman la planicie al norte del estado, representando la continuación de la provincia de Basin and Range de E.U.A. Según Lugo-Hubp y Córdova (1990) la cuenca del río Sonora corresponde a las provincias geomorfológicas de la Sierra Madre Occidental y dentro de esta, a las Sierras Volcánicas Paralelas y la de Sierra Sepultadas de Sonora de Planicies y Montañas Residuales.

Sierras y Llanuras del Norte

Estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia enclavada en un ambiente árido y semiárido se extiende hasta parte de los EE. UU. Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez encontramos uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

Subprovincias fisiográficas

Las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas. Las Sierras y Llanuras Sonorenses se encuentra al sur de la cuenca Rio Sonora y abarca el 56.79%, al norte se encuentran las Sierras y Valles del Norte abarcando el 42.98 % de la cuenca y en una franja al norte se encuentra las Llanuras y Médanos del Norte con tan solo el 0.21%.

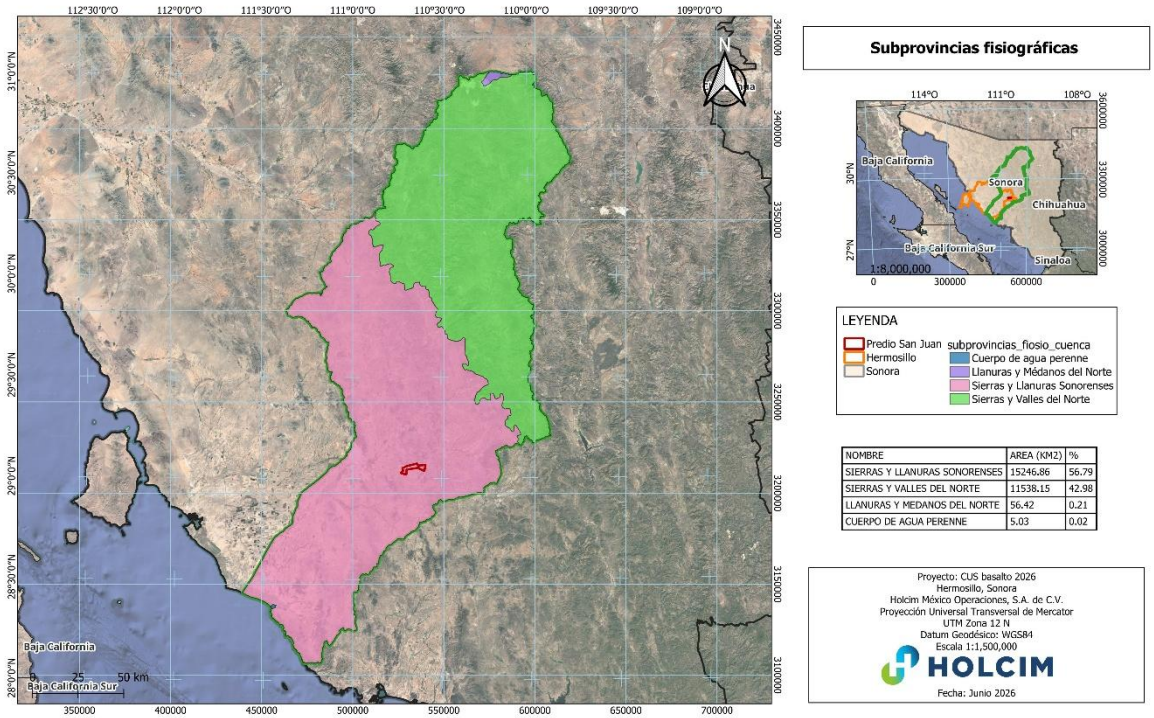


Figura 24. Subprovincias fisiográficas en la Cuenca del Río Sonora.

Geología

<u>Cuenca</u>

Los tipos geológicos que existen en la cuenca son 34, siendo los principales por su extensión en la cuenca los siguientes:

Aluvial: Es el tipo geológico donde se localiza el proyecto. Cubre un 31.22% de la superficie total de la cuenca. Pertenecen al Cenozoico. Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.).

Conglomerado: En la cuenca está presente en un 24.66 % de la superficie total. La clave empleada en geología para su identificación es T(cg). Son rocas sedimentarias formadas por consolidación de piezas individuales de cantos, guijarros o gravas, de fragmentos superiores a 44 mm (si los granos son entre 2 y 4 mm se denomina microconglomerado), englobados por una matriz arenosa o arcillosa y con un cemento de grano fino que los une (caliza o silícea). Se originaron durante el cenozoico (T). Los intersticios entre los guijarros suelen rellenarse con arena o con materiales más finos. Las aguas que circulan a través de los depósitos de grava pueden precipitar sílice, carbonato de calcio y óxidos de hierro, que actúan como cemento, para ligar las partículas de grava entre sí y formar conglomerados. Un contenido de tipo arcilloso puede endurecerse por compactación y deshidratación y constituir un material de cementación. En la composición de los conglomerados intervienen fundamentalmente tres factores: la litología de la zona de alimentación de la cuenca sedimentaria, clima y relieve de la zona sometida a erosión. El clima y la litología determinan que minerales terminarán formando parte del conglomerado, sea por alteración química o disgregación física de las rocas preexistentes. El relieve determina con qué rapidez se producirá el proceso de erosión, transporte y sedimentación, ya que dependiendo de lo abrupto del terreno existirá mayor o menor tiempo para que la alteración química de los minerales tenga lugar.

Granito: En la cuenca está presente en un 11.82 % de la superficie total. El granito es una roca ígnea plutónica de textura granular compuesta, esencialmente, de feldespato y cuarzo. Macroscópicamente son blancos, gris claro, rosados, amarillentos y a veces verdosos. Constituye una roca dimensionable, por lo tanto, puede ser cortado y pulido a dimensiones y formas específicas. Es superior al mármol en dureza, resistencia al desgaste, corrosión y aplicación de esfuerzos de compresión. Se forma por el enfriamiento del magma debajo de la superficie de la tierra y es el tipo de roca más común de los continentes.

Toba ácida: En la cuenca se encuentra en el 10% de la superficie total. Unidad ígnea explosiva formada por: toba ácida, toba riolítica, toba riodacítica e ignimbrita; en general la mineralogía está representada por andesina, oligoclasa y cuarzo, unidos por una matriz vítrea, la textura es merocristalina piroclástica.

Las rocas presentan en ocasiones intercalaciones de riolita y horizontes volcano clásticos, cuyos fragmentos varían de 5 a 10 mm de diámetro, sub angulosos, unidos por una matriz tobácea y cementante silíceo, en ocasiones los fragmentos son de riolita y vidrio volcánico.

Riolita-Toba: Se encuentra en el 7.26% de la superficie de la cuenca. Unidad constituida por diversas rocas de composición ácida: tobas riolíticas, tobas riodacíticas. En general la mineralogía de la unidad lo constituyen: microclina, sanidino, andesina, oligoclasa y cuarzo; como minerales accesorios: circón, hematita, biotita, pirita y fragmentos de roca. La

textura en las rocas efusivas es mero cristalino porfídica y vitrofídica en las rocas explosivas; piroclástica y brechoide. Son masivas, con estructura fluidal, intercalada con toba o inyectadas en planos verticales ondulantes, es decir perpendiculares a la seudo estratificación con desarrollo de estructuras secundarias a partir de la segregación de sílice en cavidades preexistentes.

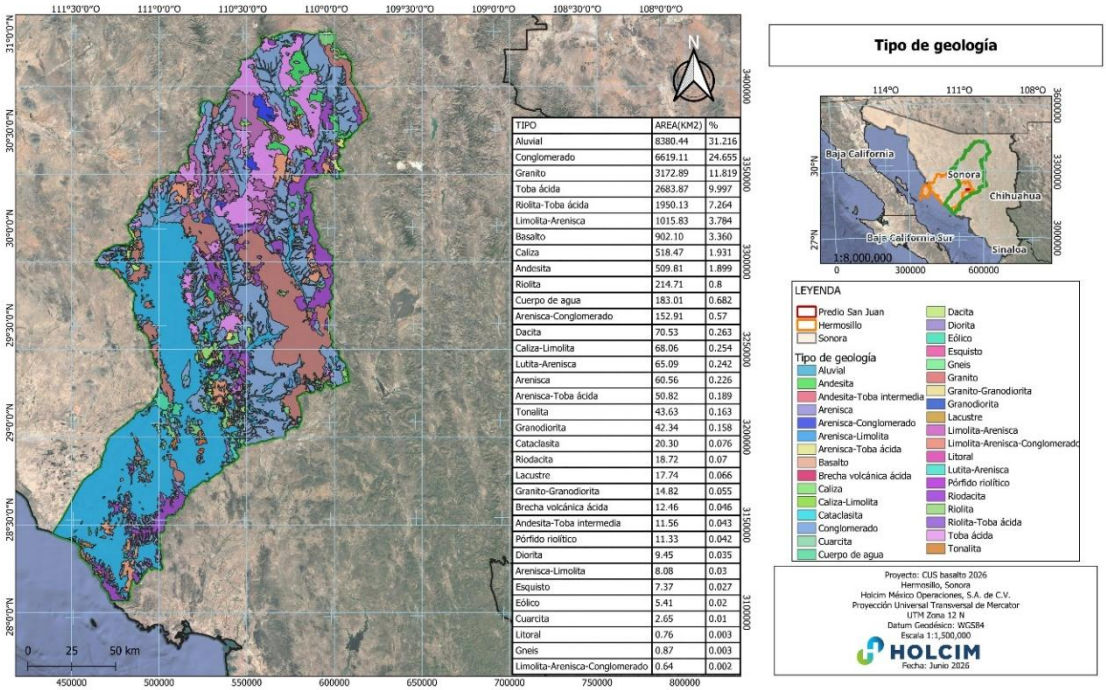


Figura 25. Geología de la cuenca del Río Sonora.

<u>Área del proyecto</u>

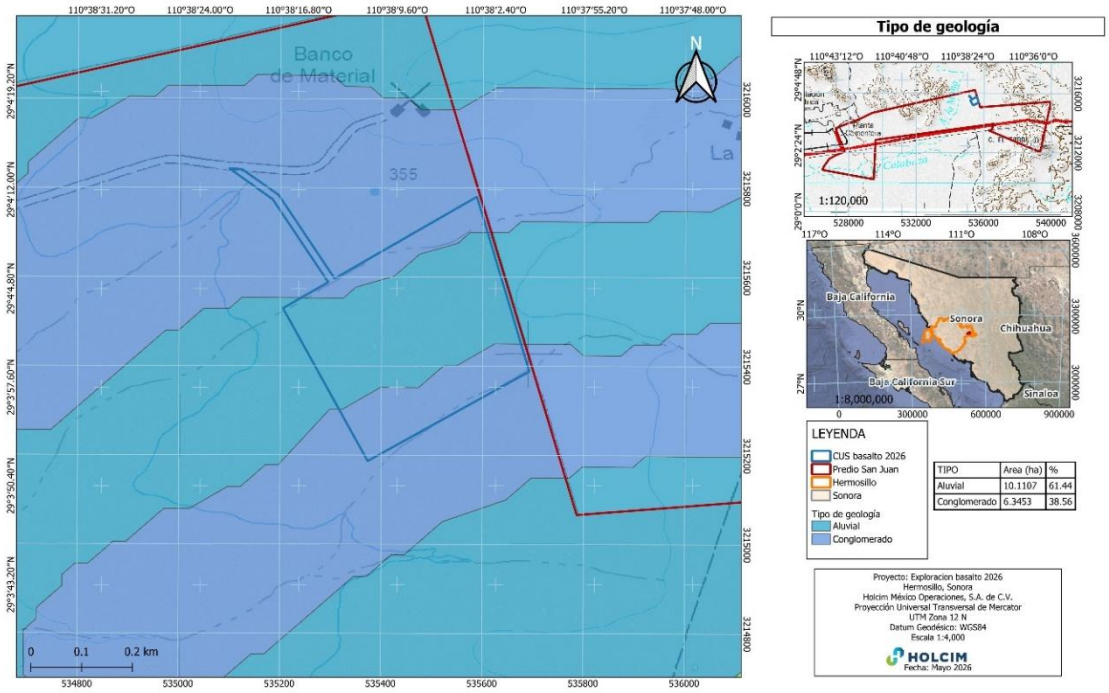


Figura 26. Geología presente en el área del proyecto.

El tipo de geología presente en el área del proyecto es aluvial en el 61.44% del área y Conglomerado en el 38.56%.

Aluvión del cuaternario Q(al)

Suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación y los valles de los ríos.

Conglomerado T(cg)

Roca de grano grueso mayores a los 2 mm a más de 250 mm (gravilla 2-4 mm, matatena 4-6 mm, guijarro 64 - 256 mm y peñasco > 256 mm); de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeados. Por la presencia de arcillas (matriz y/o cementante) se diferencian los siguientes tipos de conglomerados: ortoconglomerados (matriz 15%).

Susceptibilidad de la zona.

Específicamente, para conocer el grado de peligro sísmico, se recurrió a la regionalización sísmica, que, en el caso de México, se encuentra definida por tres niveles establecidos a partir de los registros históricos de grandes sismos en el país, catalogados de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Para el caso que nos ocupa, la zona se encuentra dentro de la categoría B, la cual presenta sismicidad de riesgo medio.

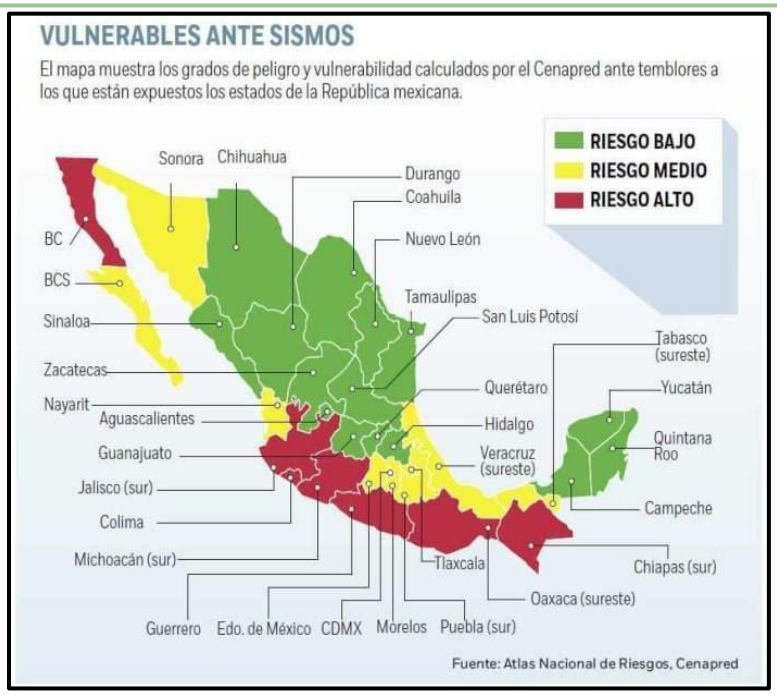


Figura 27. Zonas vulnerables ante sismos.

c) Suelos

Cuenca

Con base a información del mapa temático de suelos del INEGI (1984), se pudo determinar que los cuatro principales tipos de suelos presentes en la cuenca son en orden de superficie ocupada los siguientes: Litosol (28.88%), Regosol éutrico (25.90 %), Xerosol lúvico (8.35 %), Yermosol háplico (7.30%) y Feozem háplico (7.26 %), estos dominan más del 70 % de la superficie total de la cuenca. También existen otros tipos de suelo con menor presencia, destacando los Planosoles y Fluvisoles, entre otros.

La descripción de las unidades presentes en la cuenca, así como sus porcentajes respecto al área total de la cuenca se describen a continuación.

Litosol (I): Junto con los Regosoles, representan las unidades de suelo con mayor superficie en la cuenca. Cubren el 31.25 % de la cuenca y se localizan principalmente en las sierras, donde se asocian a suelos Feozem y Luvisoles. Su textura es media.

Regosol (R): Son los más dominantes en la cuenca, abarcando un total del 29.67 % de su superficie. Estos suelos no presentan capas distintivas, son asociados por lo general a los Litosoles o afloramientos rocosos. Su textura es media (M) y en general son claros, pareciéndose bastante a la roca adyacente cuando no son profundos. Se localizan en la parte alta de la cuenca, a los alrededores de Cucurpe, Sinoquipe, Arizpe y Bacoachi, asociados a pendientes muy pronunciadas y rocas de naturaleza volcánica y sedimentaria. En la zona media pueden presentarse sobre materiales principalmente sedimentarios, en particular, en los parajes entre Carbó y Hermosillo, así como entre Mazocahui y Banámichi, entre otros.

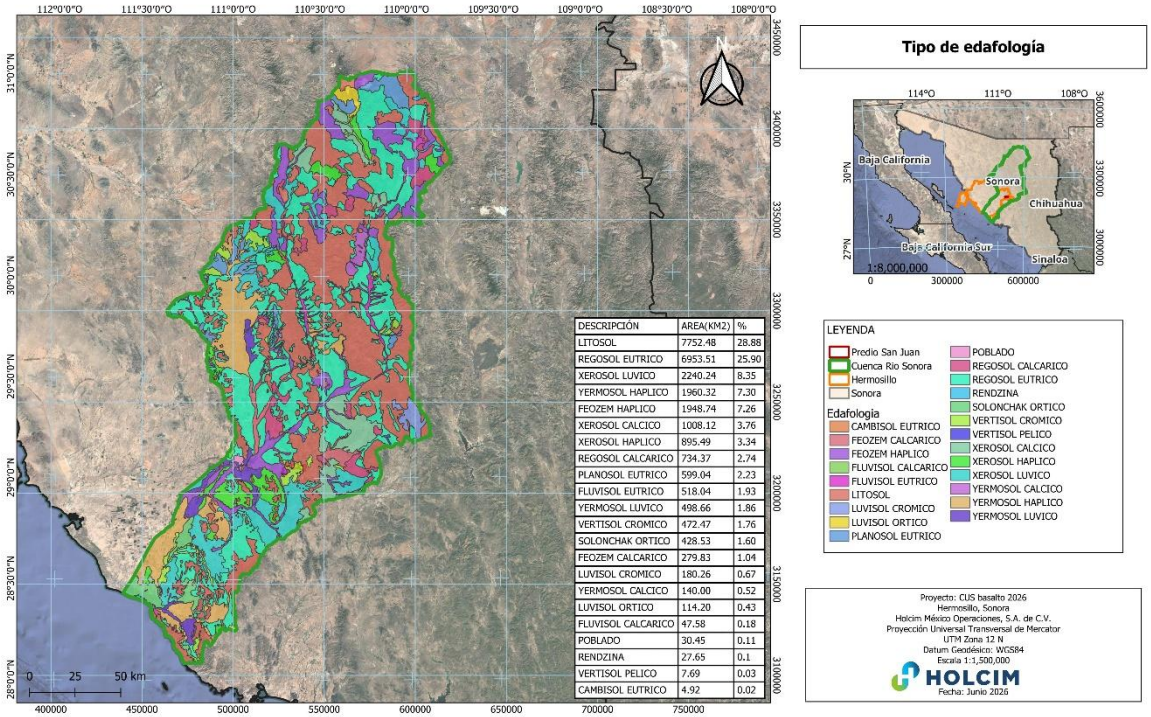
Xerosol (X): Es el tercer tipo de suelo con mayor superficie en la cuenca, con un 15.60 %. Presentan una capa superficial de color claro y pobre en humus, con una textura fina (F). Se localizan en las zonas de lomeríos, asociados a Regosoles y Yermosoles.

Feozem (H): Suelos con capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Estos suelos cubren el 8.22 % de la cuenca y se pueden localizar principalmente en las llanuras de los ríos San Miguel y Zanjón, entre Carbó y Hermosillo, así como en la parte alta del río Sonora, en las inmediaciones de Cucurpe, Saracachi y Bacoachi, donde son utilizados con fines agropecuarios. Estos suelos se pueden encontrar asociados principalmente a Fluvisoles y Vertisoles. En la zona alta de la cuenca también se pueden encontrar como unidades secundarias, relacionados a pastizales. Su textura es media (M).

Yermosol (Y): Esta unidad ocupa el 7.99 % de la cuenca. Estos suelos presentan una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Con frecuencia se distinguen de los Xerosoles por presentar capas de textura más gruesa (G). El origen de estos suelos parece estar asociado a depósitos eólicos. Las áreas en donde se distribuyen estos suelos se localizan en la zona media de la cuenca, en los alrededores de Carbó, entre Querobabi y Hermosillo.

Planosol (W): Son suelos característicos de zonas planas. Debajo de la capa más superficial se puede encontrar otra capa más delgada, formada de materiales claros menos arcillosos que las capas superiores. Estos suelos ser suelos rojizos y presentan una estructura prismática bien desarrollada, con una textura que va de media a gruesa (M-G). Se distribuyen hacia la parte alta y media de la cuenca, con una superficie del 2.36 %.

Fluvisol (J): Están formados de materiales aluviales recientes, que han sido depositados en los lechos de ríos, o bien en las bajadas de las sierras hacia donde escurre el agua. Cubren el 2.20 % de la cuenca. Algunos sitios representativos para esta unidad se reportan en los cauces de corrientes cercanas a Huépac, Bacoachi y Rayón, donde se utilizan con fines agropecuarios. Su textura es gruesa (G).



DESCRIPCIÓN	AREA(KM2)	%
LITOSOL	7752.48	28.88
REGOSOL EUTRICO	6953.51	25.90
XEROSOL LUVICO	2240.24	8.35
YERMOSOL HAPLICO	1960.32	7.30
FEOZEM HAPLICO	1948.74	7.26
XEROSOL CALCICO	1008.12	3.76
XEROSOL HAPLICO	895.49	3.34
REGOSOL CALCARICO	734.37	2.74
PLANOSOL EUTRICO	599.04	2.23
FLUVISOL EUTRICO	518.04	1.93
YERMOSOL LUVICO	498.66	1.86
VERTISOL CROMICO	472.47	1.76
SOLONCHAK ORTICO	428.53	1.60
FEOZEM CALCARICO	279.83	1.04
LUVISOL CROMICO	180.26	0.67
YERMOSOL CALCICO	140.00	0.52
LUVISOL ORTICO	114.20	0.43
FLUVISOL CALCARICO	47.58	0.18
POBLADO	30.45	0.11
RENDZINA	27.65	0.1
VERTISOL PELICO	7.69	0.03
CAMBISOL EUTRICO	4.92	0.02

Figura 28. . Tipos de suelos presentes en la cuenca donde se ubica el proyecto.

Área del proyecto

El área del proyecto se encuentra en el tipo de suelo vertisol crómico. El nombre Vertisol deriva del latín *vertex* que significa mezclado. Son suelos que presentan 30% o más de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm, caras de deslizamiento, agregados en forma de cuña y grietas que se abren y se cierran periódicamente. El contenido de arcilla puede ser hasta del 90%, en particular para Vertisoles que se originan de depósitos piroclásticos (Sotelo et al., 2008)

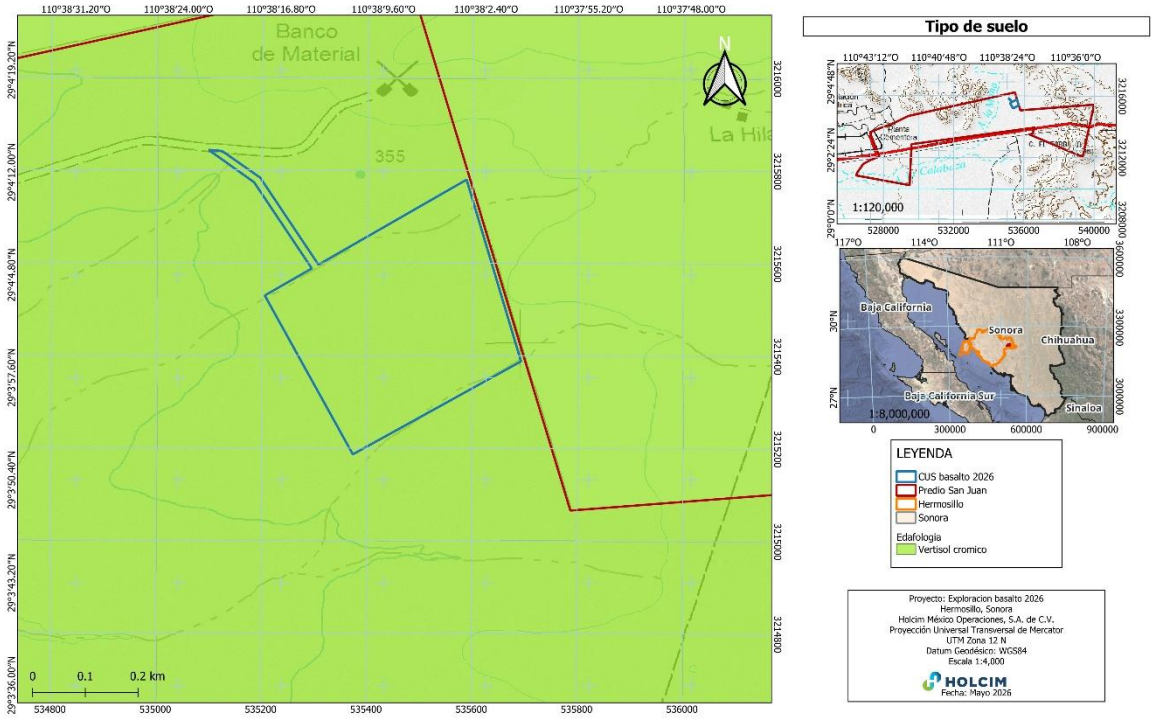


Figura 29. Tipo de suelo en el área del proyecto.

d) Hidrología superficial y subterránea.

<u>Cuenca</u>

La cuenca del Río Sonora pertenece a la Región Hidrológica 9 (RH-9) Sonora Sur. Esta ocupa el segundo lugar en la región hidrológica en cuanto a superficie, ocupando el 14.78%. Dentro de esta cuenca se encuentra la presa Abelardo L. Rodríguez, cuyas aguas son empleadas para riego, control de avenidas y uso doméstico. La precipitación media anual oscila en los 376 mm, con un coeficiente de escurrimiento del 2.8%.

Tabla 23. Generales acerca de la hidrología de la cuenca.

Nombre de la Cuenca	Río Sonora
Superficie total	25,715 km^2
Perímetro	1178.2 km
Ancho	81,050 km
Longitud	159.25 km
Longitud axial	341.59 km
Forma general	Rectangular
Factor de forma (Horton, 1932)	0.002
Factor de forma (Horton, 1933)	1.014
Factor de forma (Asae, 1940)	0.986

Nombre de la Cuenca	Río Sonora
Radio de circularidad (Miller, 1953)	2.926
Coeficiente de compacidad	0.993
Radio de elongación (Schaum, 1956)	1,731
Densidad de drenaje	0.045
Frecuencia de cauces	0.001
Longitud de la red de drenaje	1,169.36 km

El cauce principal, el Río Sonora, tiene su origen en el parteaguas con el Río Bavispe, al Oriente de Cananea, a una elevación de 2,400 m.s.n.m. Su rumbo es hacia el Sur, donde recibe por su margen derecho y como único afluente de importancia al Río Bacanuchi. Posteriormente, a la altura del poblado de Ures, confluyen por ambos márgenes los arroyos Zolibiate y La Salada. Aguas abajo, recibe por su margen izquierdo al arroyo La Junta, y siguiendo su rumbo, llega a la altura de la estación hidrométrica El Orégano, en la que se han registrado y calculado para el período de 1945 – 1975, un escurrimiento medio anual de 98.7 Mm^3.

El rio no es de régimen perenne, pues durante el período de estiaje deja de escurrir superficialmente. El gasto máximo instantáneo registrado es de 955 m^3 seg^{-1}. El volumen medio anual escurrido es de 98.7 Mm^3, con un máximo de 270 Mm^3 $año^{-1}$ y un mínimo de 16.57 Mm^3 $año^{-1}$. A partir del año de 1996 hasta el 2011, los promedios de escurrimiento anual han estado considerablemente debajo de la media histórica anual, probablemente como consecuencia de la sequía y el aprovechamiento intensivo del agua superficial y subterránea por los habitantes y productores de la cuenca. Existe una gran variabilidad en el volumen escurrido, con un coeficiente de variación de 0.57.

El Río Sonora, dependiendo de las condiciones de lluvia llega a mantener un régimen semi-perenne en su cuenca alta, sosteniendo un gasto mínimo en estiaje hasta la población de Guadalupe de Ures. En años de sequía su gasto se reduce o desaparece por las pérdidas de trasmisión y la recarga de los acuíferos, combinado con los aprovechamientos superficiales para riego en lugares como Banámichi, Huépac y San Felipe, quedando solo flujos apenas perceptibles en algunos segmentos de su cuenca media hasta la presa de El Molinito. A partir de esta presa y hasta desembocar en el Golfo de California, actualmente su flujo superficial es intermitente, con solo gasto visible durante la época de lluvias.

El acuífero del Río Sonora se encuentra por decreto presidencial dentro de la zona de veda publicada en el DOF el 02 de junio de 1967, mismo que prohíbe la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Esta disposición ha sido ratificada en los decretos del 19 de septiembre de 1978, y recientemente en los estudios que publicó la CNA en enero del 2003, en donde se define la disponibilidad de agua de 188 acuíferos, entre ellos el 2624-Río Sonora, que cubre la parte alta de la cuenca que lleva el mismo nombre, con una superficie de 12, 615 km^2. Este acuífero abarca parcialmente los municipios de Arizpe, San Felipe de Jesús, Aconchi, Banámichi, Huépac, Baviácora, Ures y Hermosillo. Los usos principales del agua extraída del acuífero corresponden en orden de magnitud a la agricultura, uso público urbano y sector pecuario.

De acuerdo con los estudios de disponibilidad de agua publicada en el DOF el 31 de enero del 2003, el acuífero Río Sonora se encuentra en tercer lugar en cuanto al déficit de agua entre los acuíferos

de la región II Noroeste, el cual es de -48.82 Mm^3 anuales. Lo anterior significa que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de agua en el acuífero.

Con base en esta información se estima que la afectación por cambio de uso de suelo del presente proyecto no es significativa a la dinámica de la cuenca, ya que el área a modificar representa solo el 0.0963 % del área total de la cuenca del Río Sonora.

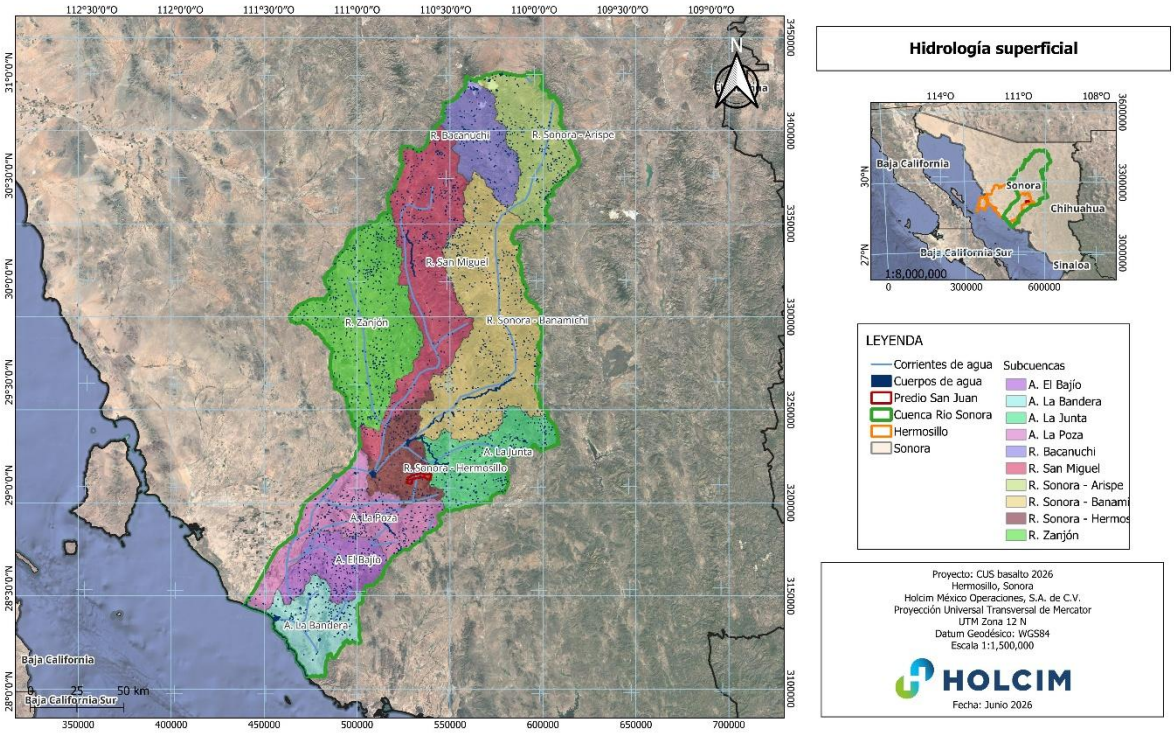
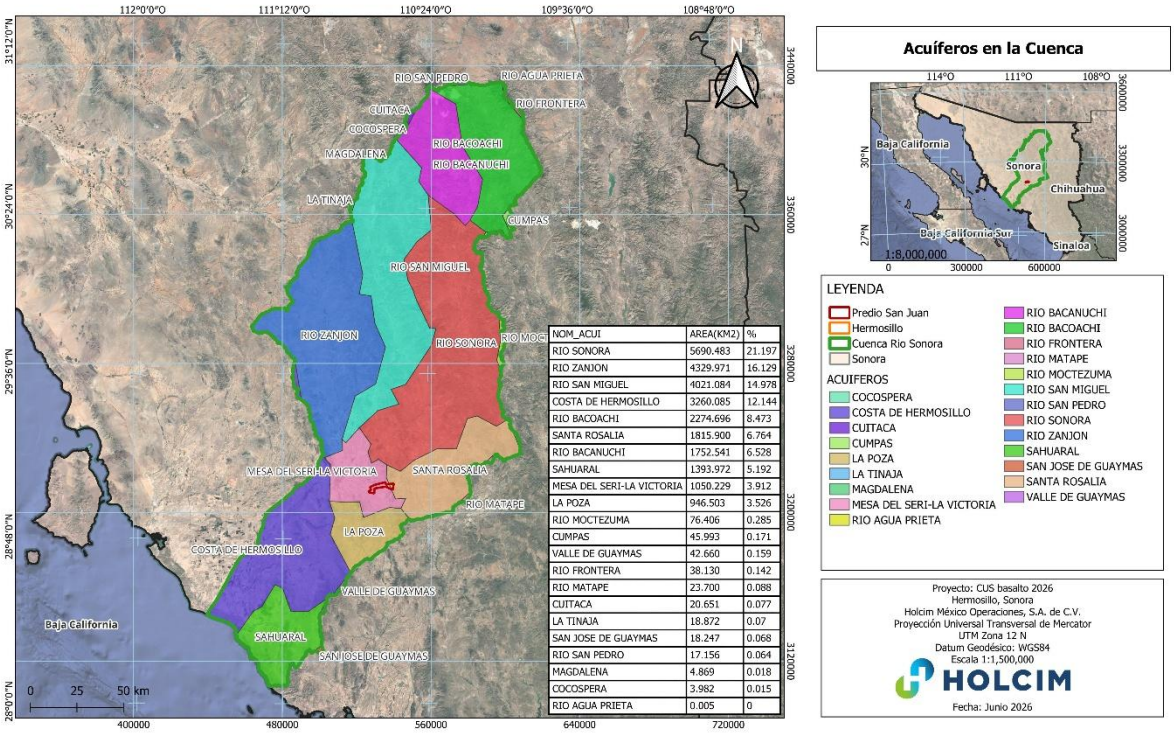


Figura 30. Hidrología de la cuenca del Río Sonora.



NOM_ACUI	AREA(KM2)	%
RIO SONORA	5690.483	21.197
RIO ZANJON	4329.971	16.129
RIO SAN MIGUEL	4021.084	14.978
COSTA DE HERMOSILLO	3260.085	12.144
RIO BACOACHI	2274.696	8.473
SANTA ROSALIA	1815.900	6.764
RIO BACANUCHI	1752.541	6.528
SAHUARAL	1393.972	5.192
MESA DEL SERI-LA VICTORIA	1050.229	3.912
LA POZA	946.503	3.526
RIO MOCTEZUMA	76.406	0.285
CUMPAS	45.993	0.171
VALLE DE GUAYMAS	42.660	0.159
RIO FRONTERA	38.130	0.142
RIO MATAPE	23.700	0.088
CUITACA	20.651	0.077
LA TINAJA	18.872	0.07
SAN JOSE DE GUAYMAS	18.247	0.068
RIO SAN PEDRO	17.156	0.064
MAGDALENA	4.869	0.018
COCOSPERA	3.982	0.015
RIO AGUA PRIETA	0.005	0

Figura 31. Acuíferos en la cuenca Río Sonora.

Los acuíferos que se encuentran en mayor superficie en la cuenca del Río Sonora son:

Río Sonora: El acuífero Río Sonora queda comprendido dentro de la Región Hidrológica RH-8, Sonora Norte. El acuífero Río Sonora, se ubica dentro de la cuenca 8D-Río Sonora. La subcuenca hidrológica a la que pertenece este acuífero es la del propio Río Sonora en toda su extensión.

De acuerdo con la clasificación hidrológica que se dispone para esta zona, no se tiene información sobre subregiones hidrológicas.

El dren principal del área de estudio es el Río Sonora, el cual tiene su origen en el parteaguas con el Río Bavispe, a una elevación de 2400 msnm, en la Sierra de Magallanes a 32 km al oriente de Cananea. - Su rumbo general en la cuenca alta es hacia el sur, donde recibe como único afluente de importancia al Río Bacanuchi, el que se origina en el parteaguas con el arroyo Cocóspera de la cuenca del Río Magdalena, a una elevación de 2,480 msnm y que confluye por la margen derecha al Río Sonora, aguas debajo de Taquichopa, Son., y a 780 m de elevación Aguas arriba de Ures confluyen por la margen derecha e izquierda del Río Sonora, los arroyos Zolibiate y La Salada. Aguas abajo y a una elevación de 270 msnm se une por la margen izquierda el arroyo de La Junta, el que tiene su origen a una elevación de 1,700 msnm en el parteaguas con el Río Moctezuma de la cuenca del Río Yaqui. Sigue su rumbo general hacia el oriente aguas debajo de esta confluencia y a 3.5 km aproximadamente, se encuentra la estación hidrométrica El Orégano, en la que se ha observado un escurrimiento medio anual de 98.7 millones de m^3, para el período 1945- 1975.

Rio Zanjón: El acuífero Río Zanjón queda comprendido dentro de la Región Hidrológica RH-9, Sonora Sur. Se ubica dentro de la cuenca 9A-Río Sonora. La subcuenca hidrológica a la que pertenece este

acuífero está identificada como 9A – 3. Río Zanjón. De acuerdo con la clasificación hidrológica que se dispone para esta zona, no se tiene información sobre subregiones hidrológicas.

Escurrimiento Superficial Los escurrimientos del Río Sonora a la altura de la Presa Abelardo L. Rodríguez se determinaban antes de la construcción de ésta, por la suma de los escurrimientos registrados en la estación hidrométrica de Hermosillo, situados en el Río y sobre el Canal Principal. El escurrimiento medio anual total observado fue de 216.2 millones de m^3, para dos años de información (1945 y 1946). La avenida máxima fue de 1240 m^3 /s. Y el gasto mínimo de 0.68 m3 /s. Los principales aportadores del Río san Miguel son el Río Sarachi y el Río Zanjón, que nace en el parteaguas común con el Río San Miguel y el arroyo de La Tinaja, situados al oriente de la cuenca del Asunción en el Cerro Encarnado y a una elevación de 1,780 msnm. Su curso general es sur, pasa por Querobabi y Carbó, Son. Y confluye al Río San Miguel. Los principales aportadores del Río Zanjón son el arroyo El Pinito por la margen derecha, a 17 km aguas debajo de Carbó, Son., Y el arroyo Moreno, que desemboca por la margen izquierda, a 18 km aguas arriba de Zamora, Son.

Rio San Miguel: El acuífero Río San Miguel se ubica en la Región Hidrológica RH-9 “Sonora Sur”, dentro de la cuenca Río Sonora, subcuenca del Río San Miguel. El río Sonora ocupa el tercer lugar en la Región Hidrológica 9, Sonora Sur en cuanto a extensión de cuenca y magnitud de aportaciones, que se almacenan y regularizan en las presas “El Molinito” y Abelardo Rodríguez Luján; hasta esta última su área de captación es de 21,035 km^2.

Su cuenca colinda por el norte con la de los ríos Gila y San Pedro, que se originan en territorio mexicano y fluyen hacia el norte pasando por las inmediaciones de Benson, Arizona, E.U; al norte y oriente colinda con las cuencas de los ríos Bavispe y Moctezuma, afluentes del Río Yaqui; al sureste con el Río Mátape y el Arroyo La Bandera; al noroeste con la cuenca del Río Asunción y al suroeste con la del Río Bacoachi.

La subcuenca del Río San Miguel está formada por el área de captación de este río con el Río Zanjón; cuya confluencia se localiza aguas arriba de la presa Abelardo Rodríguez Luján, en la ciudad de Hermosillo. También confluye a la presa el Río Sonora; su aportador más importante es el Río San Miguel, cuya cuenca tiene un área de 8,427 km^2, que representa el 40% del área drenada hasta la presa; tiene sus orígenes en el parteaguas con el arroyo Cocóspera, en la Sierra Azul, a una elevación de 1,200 msnm y su curso general es hacia el sur, el que descarga por su margen derecha, aguas arriba del sitio en que se localiza la cortina de la presa.

Rio Santa Rosalía: El acuífero Santa Rosalía se encuentra ubicado en la Región Hidrológica RH-9 “Sonora Sur”, dentro de la cuenca del Río Sonora, subcuenca del arroyo Santa Rosalía. Se encuentra entre los cauces de Río Sonora y La Paloma.

De acuerdo con el censo más reciente del acuífero, existe un total de 165 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales 120 se encuentran activos y los 45 restantes inactivos, Del total de obras 130 son norias, 34 pozos y un manantial.

El volumen de extracción calculado es de 10.4 hm^3 anuales, de los cuales 9.6 hm^3 (92.3 %) se destinan al uso agrícola, 0.5 hm^3 (4.8 %) al uso pecuario, 0.2 hm^3 (1.9 %) al uso público urbano para dotación de agua potable a las comunidades de la región y los 0.1 restantes (1.0%) para uso múltiple y doméstico.

Rio Bacanuchi

El acuífero Rio Bacanuchi, se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 9 “Sonora Sur”, cuenca Río Sonora y subcuenca Río Bacanuchi. La cuenca del Río Bacanuchi tiene un área de captación de 1431 km^2 y su origen es en el parteaguas con el Río Bacoachi que es el primer afluente del Río Sonora; tiene su nacimiento en las cercanías de Cananea, como producto de los escurrimientos del flanco occidental de la sierra del Manzanal, porción oriental de la sierra Papigochic y parte de la sierra de Cananea. Mantiene un caudal constante hasta su confluencia con el río Sonora. Algunos de sus arroyos tributarios mantienen un gasto constante durante el año debido a la presencia de pequeños manantiales que nacen en las sierras aledañas, además el agua de estos que no alcanza a llegar al cauce principal.

El río mantiene un rumbo NW-SE hasta el rancho Santa Elena, donde cambia a casi Norte Sur hasta su desembocadura, con el Río Sonora, la cual ocurre al norte del poblado de Arizpe. El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo y los almacenamientos de agua superficial son mínimos, contando con un volumen menor a 1 millón de m^3 que se utilizan con fines pecuarios. Un km al Sur de Cananea, en las cercanías de la mina, nacen dos arroyos que llevan material de desecho hacia las presas de Jales, que se ubican al SE de la ciudad, las cuales pertenecen a la subcuenca Arizpe; dichos arroyos mantienen el gasto constante durante todo el año.

Costa de Hermosillo

La Costa de Hermosillo forma parte de la región hidrológica No. 9, Sonora Sur, donde el escurrimiento superficial más importante es el río Sonora y en menor importancia el Bacoachi.

El río Sonora nace al sur de la sierra San José, en las inmediaciones de Cananea. Corre de norte a sur tocando las poblaciones de Arizpe, Baviácora, Ures y Hermosillo, desembocando en el Golfo de California.

Las aguas del río son retenidas por las presas Molinito y Abelardo L. Rodríguez, prácticamente el río solo conduce agua en la costa durante precipitaciones extraordinarias o cuando se efectúan desfogues de la presa Abelardo L. Rodríguez. El río Bacoachi (que cambia su nombre al de arroyo de Noriega en su parte final) vierte sus aguas a la laguna de Noriega. El área de su cuenca es de 8560 km^2 aproximadamente, su escurrimiento medio anual es de 20 hm^3 , de los cuales una buena parte se infiltra al subsuelo.

Río Bacoachi

El acuífero Río Bacoachi se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 9 “Sonora Sur”, dentro de la cuenca del Río Sonora, subcuenca del Río Bacoachi. Su corriente principal es el río Sonora, que tiene un área de captación de 1828 km^2 hasta el límite Sur del acuífero, en la población de Arizpe. Nace a la altura de Cananea y presenta escurrimientos la mayor parte del año en algunos lugares, como en la zona norte de la región de Bacoachi, para desaparecer en otros.

En los lugares en que el gasto del río se mantiene casi todo el año se tiene la presencia de manantiales de bajo caudal. Hacia la parte de final de la cuenca, en la población de Buena Vista, el río mantiene un régimen intermitente, que escurre sólo en época de lluvias, mantiene un rumbo NW-SE, paralelo al río Bacanuchi, hasta llegar a la población de Bacoachi, ubicada en la parte central de la subcuenca, donde cambia el rumbo a NE-SW hasta la población de Buena Vista.

A 2 km al Norte de la población de Arizpe, se une con el río Bacanuchi, en el límite con el acuífero Río Sonora. El drenaje es de tipo detrítico y los almacenamientos de agua superficial principales son

las presas de jales ubicadas al SE de la ciudad de Cananea, el resto de los almacenamientos superficiales son represas

Área del proyecto

El área del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica Sonora Sur, en la Cuenca Río Sonora y la subcuenca Río Sonora -Hermosillo. Los cuerpos de agua más cercanos son El Río Sonora al noroeste a 10 km, la presa Rodolfo Félix Valdés (El Molinito) a 16.7 km al norte y al Oeste se encuentra la presa Abelardo L. Rodríguez a 25.3 km. Dentro del área propuesta a CUSTF solo arroyos intermitentes, su flujo no será interrumpido por la elaboración del proyecto.

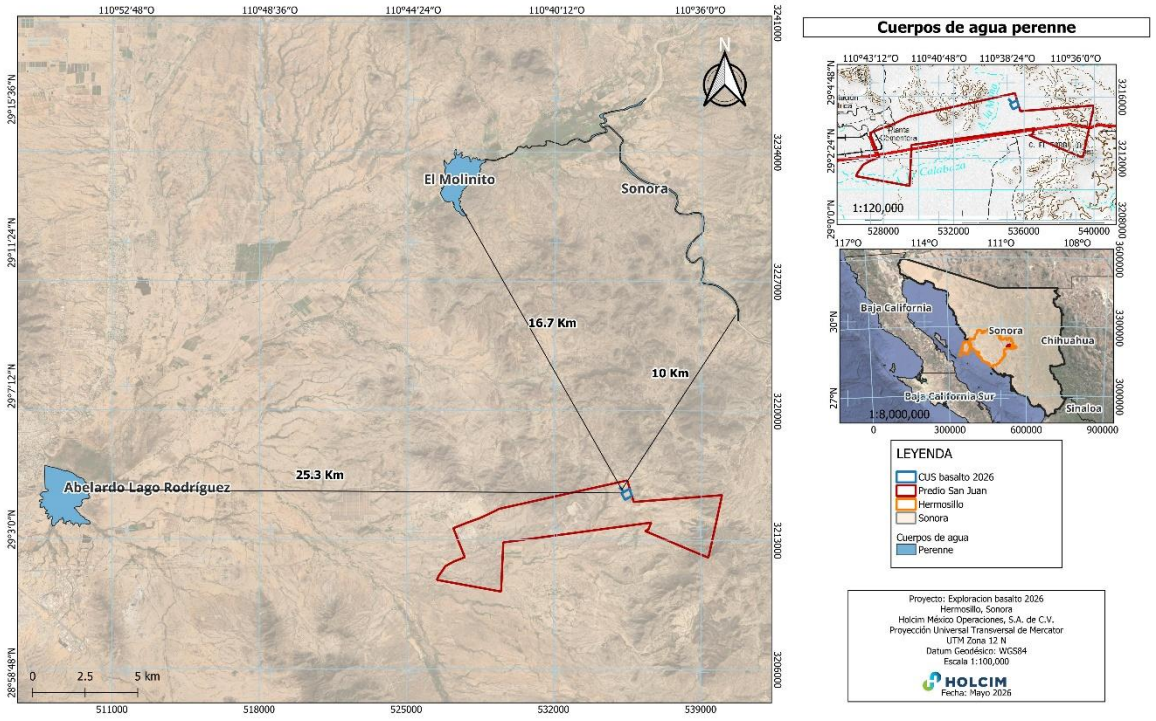


Figura 32. Ubicación del cuerpo de agua más cercano al área del proyecto.

El área del proyecto se encuentra sobre el acuífero Mesa del Seri-La Victoria (clave 2621), se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, abarcando una superficie de 1,049 km² al este de la ciudad capital. Es una fuente de abastecimiento crítica tanto para la agricultura (que representa el 64.2% del volumen extraído) como para el uso público-urbano de Hermosillo (33.3%), operado principalmente por el organismo Agua de Hermosillo. Déficit y Disponibilidad: El acuífero presenta un déficit de 49.6 millones de m³ anuales, lo que significa que no existe disponibilidad de agua para nuevas concesiones. Mientras que la recarga total media anual es de 73.0 hm³, el volumen de extracción registrado asciende a 106.6 hm³ anuales.

Dentro del área se ha delimitado la unidad geohidrológica correspondiente a material no consolidado con posibilidades bajas de almacenamiento de agua, se refiere a una formación geológica constituida por sedimentos sueltos o partículas no cementadas —tales como depósitos de arcillas, limos o mezclas heterogéneas de arena y finos— que presenta una capacidad limitada

para el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea. Esta condición se debe generalmente a la baja permeabilidad intrínseca de los materiales (predominio de fracciones finas) o a un espesor reducido de la capa sedimentaria, lo que resulta en un potencial acuífero deficiente y en rendimientos hidráulicos marginales ante eventuales obras de captación o perforación.

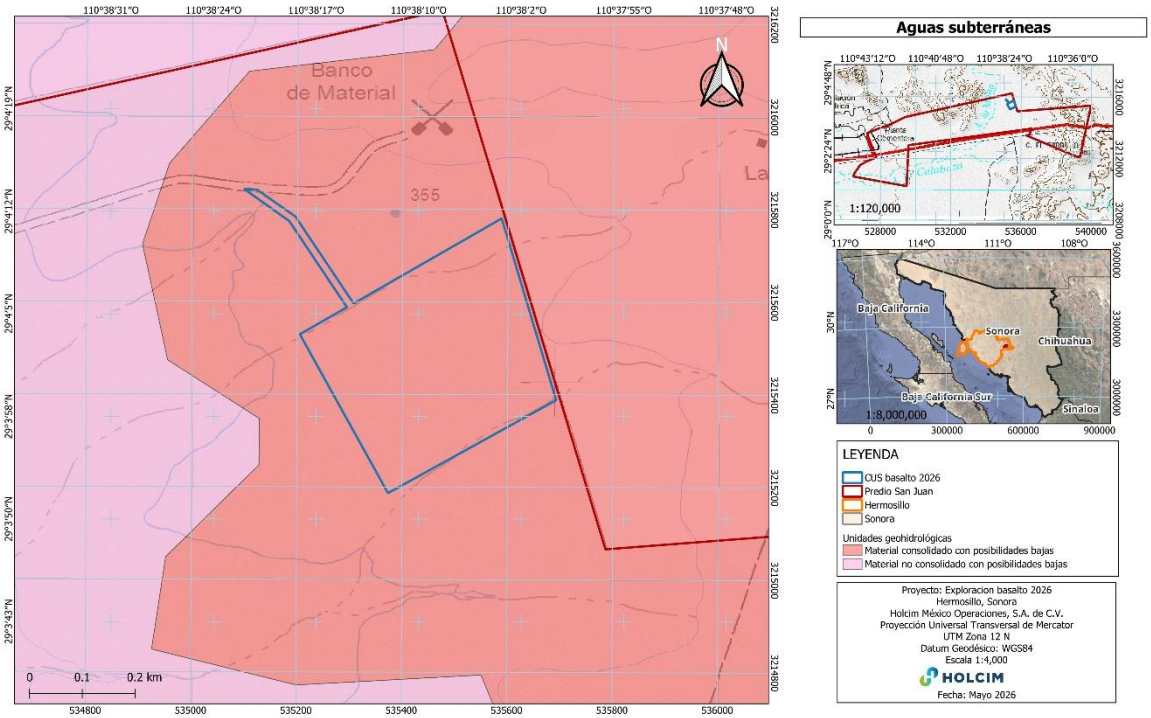


Figura 33. Aguas subterráneas en el área del proyecto.

III.2.2. Medio biótico

La información en este apartado fue con base a sitios de muestreo que se realizaron en la microcuenca y en el área del proyecto.

a) Vegetación terrestre

Cuenca

Según la capa de vegetación y tipo de suelo de INEGI Serie VII, en la cuenca del Río Sonora hay presencia de 42 tipos de uso de suelo y vegetación. Los siete principales tipos de vegetación presentes en la cuenca y que ocupan más del 76% de su superficie total, son en orden de importancia: matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo, matorral subtropical, pastizal cultivado, bosque de encino, matorral sarcocaule y pastizal natural. Debido a la diversidad de climas y relieves presentes en la cuenca, las comunidades vegetales también son variadas. En las partes altas se pueden encontrar bosques de encino, y áreas con pastizales naturales, en elevaciones medias se puede apreciarse el matorral desértico micrófilo (hacia la parte norte y porciones oeste y

sur de la cuenca) y el matorral subtropical (centro-este de la cuenca). En las planicies de inundación de los ríos, se observan las zonas agrícolas cultivables.

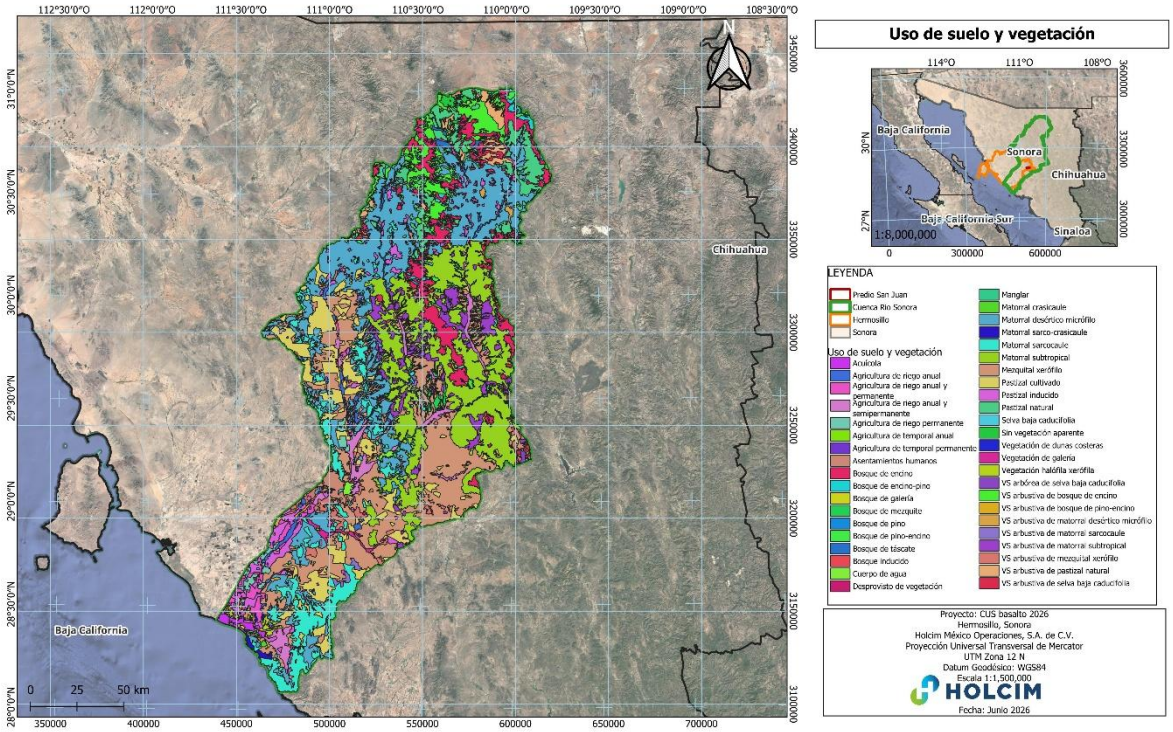


Figura 34. . Uso de suelo y vegetación presentes en la cuenca del Río Sonora (INEGI USV, serie VII).

Tabla 24. Tipos de vegetación y usos del suelo en la cuenca.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA (km²)	%
MDM	Matorral desértico micrófilo	4,943.10	18.42
MKX	Mezquital xerófilo	4,725.12	17.60
MST	Matorral subtropical	4,215.56	15.71
PC	Pastizal cultivado	1,878.48	7.00
BQ	Bosque de encino	1,735.38	6.47
MSC	Matorral sarcocaule	1,667.24	6.21
PN	Pastizal natural	1,353.64	5.04
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	936.30	3.49
VSa/MST	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	916.60	3.42
PI	Pastizal inducido	813.21	3.03
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	624.85	2.33
MK	Bosque de mezquite	464.13	1.73
VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	336.23	1.25
VSa/MKX	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	335.53	1.25
RA	Agricultura de riego anual	289.59	1.08
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	255.44	0.95
RP	Agricultura de riego permanente	202.80	0.76
AH	Asentamientos humanos	197.08	0.73

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA (km^2)	%
VG	Vegetación de galería	114.15	0.43
BQP	Bosque de encino-pino	112.66	0.42
VH	Vegetación halófila xerófila	101.79	0.38
VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	92.40	0.34
ACUI	Acuícola	87.23	0.33
VSa/MSC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	82.54	0.31
DV	Sin vegetación aparente	77.11	0.29
H2O	Cuerpo de agua	62.29	0.23
MSCC	Matorral sarco-crasicaule	50.50	0.19
BJ	Bosque de táscate	46.81	0.17
BPQ	Bosque de pino-encino	27.78	0.10
TA	Agricultura de temporal anual	24.62	0.09
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	24.02	0.09
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	14.77	0.06
MC	Matorral crasicaule	10.33	0.04
ADV	Desprovisto de vegetación	7.56	0.03
VU	Vegetación de dunas costeras	4.20	0.02
BI	Bosque inducido	2.31	0.01
BG	Bosque de galería	2.20	0.01
BP	Bosque de pino	1.52	0.01
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.99	0.004
SBC	Selva baja caducifolia	0.89	0.003
VM	Manglar	0.46	0.002
TP	Agricultura de temporal permanente	0.41	0.002
		26,839.82	100.00

Caracterización de la vegetación

A continuación, se describe en forma general los tipos de vegetación presente en la cuenca:

El Mezquital xerófilo es una comunidad vegetal caracterizada por la dominancia de especies del género *Prosopis*. Se puede encontrar en las regiones de planicie entre las colinas de elevación pequeña de la zona. Esta clase puede albergar individuos de las coberturas subtropical o espinoso, pero con menor presencia. Se distribuye ampliamente en las zonas semiáridas, principalmente sobre terrenos aluviales profundos, a veces con deficiencia de drenaje. Es común que esta especie se encuentre mezclada con huizaches, palo fierro, palo verde, etc. A veces aparenta ser una comunidad secundaria. Especies representativas: *Prosopis spp.* (Mezquites), *Acacia spp*. (Huizache), *Olneya tesota* (Palo fierro), *Cercidium spp* (Palo verde, Brea). En la cuenca se encuentra distribuido hacia su parte centro, suroeste-sureste.

El matorral se encuentra en las partes medias de la cuenca, entre las curvas de nivel 200-1900 m.s.n.m., la erosión del suelo no es apreciable en algunos casos, y en otros sí. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes: matorral subtropical, Matorral Desértico micrófilo, matorral sarcocaule, matorral sarco-crasicaule y matorral crasicaule. Esta vegetación está conformada principalmente por arbustos o árboles bajos y espinosos, los principales géneros que se pueden observar son *Ipomoea*, *Bursera* y *Acacia*, por mencionar algunos. Este tipo de cobertura se presenta como transición ecológica entre la clase de bosque y el matorral espinoso

Las especies características de los matorrales son gobernadora (*Larrea tridentata*), palo verde (*Cercidium microphyllum, Cercidium floridum*), palo fierro (*Olneya tesota*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), gato (*Acacia spp.*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), chamizo (*Ambrosia chenopodiifolia*), hierba del burro (*Ambrosia dumosa*) y rama blanca o hierba del vaso (*Encelia farinosa*), cholla (*Opuntia cholla*) y tasajillo (*Opuntia tesajo*); vinorama (*Acacia vernicosa, Acacia greggii*); sangrengados (*Jatropha cardiophylla, J. cuneata, J. cinérea, J. cordata*).

El bosque es un tipo de vegetación arbórea presente en las regiones de clima templado-semifrío en donde se encuentran distintos grados de humedad. La cobertura de copa de esta clase se observa en más del 10% de la zona, alcanzado tallas mayores a los 15 metros de altura. El bosque se encuentra dominando en las partes altas de la cuenca, entre las curvas de nivel 1100-2200 m.s.n.m. En estos sitios, la erosión del suelo no es apreciable. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran cinco diferentes tipos de bosque, cuyos nombres se enlistan a continuación: Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Bosque de táscate, Bosque de pino y Bosque de Galería. En estos ecosistemas, las especies representativas son el encino blanco (*Quercus arizonica*), encino bellota (*Quercus emoryi*), encino azul (*Quercus oblongifolia*), encino chino (*Quercus chihuahuensis*), piñón (*Pinus cembroides*), pino cheguis (*Pinus chihuahuaza*), pino real (*Pinus engelmannii*), dichas especies corresponden al estrato arbóreo superior y están acompañadas frecuentemente por táscate (*Juniperus deppeana, Juniperus monosperma*).

Los pastizales se caracterizan por la dominancia de gramíneas. Estas comunidades son favorecidas por las condiciones del suelo, principalmente, el disturbio ocasionado por los animales domésticos. Se encuentran en las partes altas de la cuenca, entre las curvas de nivel 100-1600 m.s.n.m, la erosión del suelo no es apreciable, aunque tiene algunas áreas de pastizal inducido donde es apreciable dicha erosión (principalmente aquellas regiones donde existe sobrepastoreo). Dentro de este tipo de vegetación se encuentran 3 diferentes tipos de pastizal siendo los siguientes: natural, cultivado e inducido.

El pastizal natural o nativo es una comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por herbáceas y arbustos. Se encuentran en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques, principalmente en la parte norte de la cuenca, entre Banámichi y Baviácora, tanto al este como al oeste de ambos poblados. En el noreste, se reporta principalmente *Bouteloua rothrockii* (Rzedowski, J., Vegetación de México, p.220), mientras que otros autores citan como más frecuente *a Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis* (Kozlowski, T. T. and C. E. Ahlgren 1974). El pastizal inducido y cultivado por su parte resultan de la perturbación que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación prístina, para sustituirlas por especies de pastos invasores y sostener así hatos de ganadería extensiva. Se han establecido extensas superficies de pastizales cultivados e inducidos en vastas regiones de la subcuenca de El Cajoncito – Arroyo del Carrizo, entre Hermosillo y Benjamín Hill.

La cubierta vegetal existente dentro de la cuenca hidrológica forestal presenta diferentes grados de impacto, provocado principalmente por la fragmentación del paisaje y la perturbación provocada por los diversos usos y manejo del suelo que se desarrolla en la zona, como la ganadería, agricultura, asentamientos urbanos, aprovechamientos forestales no autorizados, desmontes para siembra de zacate buffel y actividades mineras.

Para poder determinar la riqueza florística de la vegetación, se requiere determinar la densidad absoluta, densidad relativa, frecuencia absoluta, frecuencia relativa, cobertura absoluta en m^2 y cobertura relativa (%), así como el valor de importancia.

Como Densidad consideramos al número de individuos por unidad de área, la cual se estimó dividiendo el número total de individuos por especies entre el número total de sitios de muestreo, posteriormente se multiplicó por diez para estimar la densidad por hectárea, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Densidad Absoluta} = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Número total de sitios de muestreo}} \times 10$$

La densidad relativa (en porcentaje) se estimó dividiendo la densidad absoluta por especie entre la sumatoria de la densidad absoluta, multiplicándola por cien.

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por especie}}{\Sigma \text{ de densidad absoluta}} \times 100$$

La Frecuencia se refiere a si un individuo de una especie aparece en una unidad de muestra; es decir, en cuántos sitios de muestreo aparece una especie determinada.

Frecuencia Absoluta = número de sitios en los que se presenta la especie

La frecuencia relativa (en porcentaje) se estimó dividiendo la frecuencia absoluta por especie entre la sumatoria de la frecuencia absoluta, multiplicándola por cien.

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por especie}}{\Sigma \text{ de frecuencia absoluta}} \times 100$$

Como Cobertura consideramos la superficie en metros cuadrados que ocupa la copa de un árbol y/o arbusto, la cual se estimó multiplicando de cada individuo por especie el diámetro de copa al cuadrado por 0.7854 (constante equivalente a ¼ de 3.1416), posteriormente se divide la sumatoria del diámetro de copa al cuadrado por 0.7854 entre el número total de sitios de muestreo, para multiplicarlo por diez, de esta manera se estima la cobertura por hectárea (m^2), tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura Absoluta } (m^2) = \frac{\Sigma \text{ [(Diámetro de copa) (Diámetro de copa) (0.7854)] por especie}}{\text{Número total de sitios de muestreo}} \times 10$$

Dónde: 0.7854 es constante equivalente a ¼ de 3.1416

Así mismo, la cobertura relativa (en porcentaje) se estimó dividiendo la cobertura absoluta por especie, entre la sumatoria de la cobertura absoluta total, multiplicándola por cien.

$$\text{Cobertura Relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta por especie}}{\text{Σ de cobertura absoluta}} \text{ X 100}$$

Con los datos anteriores se puede determinar el Valor de Importancia relativo de la siguiente manera:

Valor de Importancia = Densidad Relativa + Frecuencia Relativa + Cobertura Relativa

Índice de biodiversidad

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} pi\ (\ln pi)$$

A mayor valor del índice (con un límite de 5) indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Para este muestreo solamente se tomó en cuenta el tipo de vegetación que será sujeto al CUSTF que es en este caso el matorral subtropical y matorral desértico micrófilo. Para esto, se utilizó la información de los sitios de muestreo que fueron ubicados en el área.

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron un total de 9 especies. Se observa una clara hegemonía compartida por dos especies particulares: *Olneya tesota* (Palo fierro) y *Neltuma glandulosa* (Mezquite). *Olneya tesota* se posiciona como la especie ecológicamente más importante de este ecosistema con un IVI de 88.36. Este liderazgo se debe a que registra los valores más altos en todos los rubros: una densidad relativa del 31.35% (83 individuos), una frecuencia relativa del 26.0% y una cobertura relativa del 31.01%. Por su parte, *Neltuma glandulosa* ocupa el segundo lugar con un IVI de 75.0, sustentado principalmente por su elevada densidad (73 individuos, que representan el 27.57%) y una notable distribución en los sitios de muestreo (22.0% de frecuencia relativa). Juntas, estas dos especies concentran más de la mitad del valor de importancia total de la comunidad arbórea.

En un estrato intermedio se identifican especies con comportamientos ecológicos diferenciados. Destaca el caso de *Forchhammeria watsonii* (Jito), la cual ocupa el tercer puesto en importancia con un IVI de 38.30; a pesar de registrar una densidad baja de apenas 10 individuos (3.78%), manifiesta una dominancia por cobertura sobresaliente del 28.51%, lo que denota ejemplares con copas de gran envergadura. Con un peso ecológico similar entre sí siguen *Condaliopsis divaricata* (Espino) y *Parkinsonia praecox* (Brea), con índices de IVI de 31.06 y 29.30 respectivamente, mostrando un equilibrio constante entre su densidad y su distribución espacial. En contraste, *Vachellia farnesiana* (Huizache), a pesar de tener una densidad moderada de 27 individuos (10.27%), ve disminuido su impacto comunitario a un IVI de 17.61 debido a una baja frecuencia relativa (4.0%), lo que sugiere un patrón de distribución agregado o muy localizado en puntos específicos del terreno.

Finalmente, la comunidad exhibe un conjunto de especies de escasa representatividad que aportan a la diversidad, pero tienen un mínimo impacto en la arquitectura del paisaje. Entre ellas se encuentran *Parkinsonia microphylla* (Palo verde) con un IVI de 10.04 y *Senegalia greggii* (Tesota) con 7.41. Los valores más bajos corresponden a *Guaiacum coulteri* (Guayacán) con un IVI de 2.92, una frecuencia relativa de 2% y una cobertura relativa de tan solo 0.10%.

En conclusión, el texto describe una comunidad vegetal con una estructura típica de zonas áridas o semiáridas, caracterizada por una baja diversidad dominante donde el Palo fierro y el Mezquite conducen la dinámica y fisonomía del ecosistema, acompañados por un componente diverso de especies secundarias y de baja densidad.

Tabla 25. . Valor de importancia y demás parámetros del estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Palo fierro	*Olneya tesota*	83	31.35	13	26.00	499.79	31.01	88.36
Mezquite	*Neltuma glandulosa*	73	27.57	11	22.00	409.88	25.43	75.00
Jito	*Forchhammeria watsonii*	10	3.78	3	6.00	459.55	28.51	38.30
Espino	*Condaliopsis divaricata*	32	12.16	7	14.00	78.88	4.89	31.06
Brea	*Parkinsonia praecox*	29	10.81	7	14.00	72.40	4.49	29.30
Huizache	*Vachellia farnesiana*	27	10.27	2	4.00	53.86	3.34	17.61
Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	6	2.43	3	6.00	25.97	1.61	10.04
Tesota	*Senegalia greggii*	2	0.81	3	6.00	9.68	0.60	7.41
Guayacán	*Guaiacum coulteri*	2	0.81	1	2.00	1.68	0.10	2.92
	∑	**264**	**100.00**	**50**	**100**	**1612**	**100**	**300**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron un total de 11 especies. El muestreo conjunto de la comunidad arbustiva registró un total de 107 individuos por ha, distribuidos en 30 registros de frecuencia, acumulando una cobertura proyectiva total de 152.87 m^2/ha.

A diferencia del estrato arbóreo, el componente arbustivo muestra una dominancia absoluta y centralizada en una sola especie: *Vachellia constricta* (Vinorama). Esta especie se consolida como el elemento más sobresaliente del ecosistema con un IVI de 118.63, una cifra excepcionalmente alta que representa más de un tercio del valor de importancia total disponible. Este liderazgo ecológico se fundamenta en su alta densidad relativa del 42.67% (46 individuos), una frecuencia relativa del 23.33% y, de manera muy destacada, una cobertura relativa del 52.63% (80.45 m^2/ha), lo que demuestra que esta especie define por sí sola la fisonomía y el sombreado del sotobosque arbustivo.

En un plano secundario se sitúan dos especies pertenecientes al mismo género, las cuales comparten un peso ecológico intermedio y muy similar: *Lycium andersonii* (Frutilla) con un IVI de 42.00 y *Lycium berlandieri* (Cilindrillo) con un IVI de 35.00. Ambas especies muestran una distribución espacial idéntica en el muestreo, con una frecuencia relativa del 18.34% cada una (5 registros), y densidades moderadas que rondan entre el 10.67% y el 13.33% del total de la muestra. Un escalón más abajo se encuentra *Randia thurberi* (Cruceto), la cual aporta un IVI de 22.04, sustentado por una presencia regular en el terreno (10.00% de frecuencia).

Posteriormente, se observa un bloque de especies con valores de importancia moderados y decrecientes. Destaca el caso de *Fouquieria splendens* (Ocotillo), la cual posee un IVI de 18.88; a pesar de tener una densidad baja de apenas 3 individuos (2.67%), alcanza una cobertura relativa notable del 9.54%, lo que refleja la gran envergadura aérea de sus ejemplares. Con dinámicas similares continúan *Condalia globosa* (Condalia) con un IVI de 17.47 y *Vachellia campechiana* (Chirahui) con 14.14, mostrando valores discretos pero constantes en sus tres variables relativas.

Por último, el estrato arbustivo presenta un grupo de especies de escasa contribución estructural, caracterizadas por su rareza o distribución fuertemente agregada. *Adelia obovata* (Adelia) y *Senna covesii* (Hoja sen) registran índices de importancia mínimos, con un IVI de 10.23 y 10.00 respectivamente; en el caso particular de *Senna covesii*, destaca que a pesar de contar con 7 individuos, su cobertura física es prácticamente nula (0.003%), indicando plantas de dimensiones diminutas. Finalmente, *Jatropha cardiophylla* (Sangregado) y *Ibervillea sonorae* (Huereque) se posiciona como las especies menos relevante de la comunidad arbustiva analizada, con un IVI de solo 6.87 y 4.73, producto de un único individuo registrado en una sola ubicación para ambas especies.

En conclusión, los datos describen un estrato arbustivo con una estructura de fuerte asimetría ecológica. El ecosistema está supeditado al desarrollo de *Vachellia constricta* como la especie clave y dominante, mientras que el resto de los componentes florísticos actúan de manera secundaria o complementaria dentro del espacio arbustivo.

Tabla 26. Valor de importancia y demás parámetros del estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Vinorama	*Vachellia constricta*	46	42.67	7	23.33	80.45	52.63	118.63
Frutilla	*Lycium andersonii*	14	13.33	5	16.67	18.34	12.00	42.00
Cilindrillo	*Lycium berlandieri*	11	10.67	5	16.67	11.72	7.67	35.00
Cruceto	*Randia thurberi*	9	8.00	3	10.00	6.17	4.04	22.04
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	3	2.67	2	6.67	14.59	9.54	18.88
Condalia	*Condalia globosa*	6	5.33	2	6.67	8.36	5.47	17.47
Chirahui	*Vachellia campechiana*	4	4.00	2	6.67	5.33	3.49	14.15

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Adelia	*Adelia obovata*	4	4.00	1	3.33	4.43	2.90	10.23
Hoja sen	*Senna covesii*	7	6.67	1	3.33	0.01	0.003	10.00
Sangregado	*Jatropha cardiophylla*	1	1.33	1	3.33	3.37	2.20	6.87
Huereque	*Ibervillea sonorae*	1	1.33	1	3.33	0.10	0.07	4.73
	∑	**107**	**100**	**30**	**100**	**153**	**100**	**300**

Cactáceas

A diferencia de los estratos arbóreo y arbustivo, este componente vegetal muestra un muestreo notablemente reducido y de muy baja densidad absoluta, registrando un total de apenas 3 individuos distribuidos de manera equitativa en 3 registros de frecuencia, y acumulando una cobertura proyectiva total sumamente baja de 2.44 m^2/ha.

A nivel de dominancia estructural, el estrato se encuentra fuertemente encabezado por la especie *Cylindropuntia imbricata* (Choya), la cual se consolida con un IVI sobresaliente de 169.54, equivalente a más de la mitad del valor de importancia total de este grupo. Aunque las tres especies registran exactamente el mismo valor absoluto de abundancia (1 individuo) y frecuencia (1 registro), el factor determinante para el liderazgo de *Cylindropuntia imbricata* es su densidad relativa asignada del 50.00% y, principalmente, su dominancia en el espacio, reflejada en una cobertura absoluta de 2.10 m^2/ha que se traduce en un contundente 86.21% de cobertura relativa. Esto demuestra que sus ejemplares poseen un volumen físico significativamente mayor en comparación con las otras cactáceas muestreadas.

En un plano secundario y con un peso ecológico muy similar entre sí, se ubican las dos especies restantes del estrato: *Stenocereus thurberi* (Pitahaya) con un IVI de 66.38 y *Cylindropuntia leptocaulis* (Tasajillo) con un IVI de 64.08. Ambas especies comparten la misma representatividad en cuanto a densidad relativa (25.00% cada una) y frecuencia relativa (33.33%). Su sutil diferencia en el índice final radica exclusivamente en el desarrollo de sus copas o proyecciones aéreas; mientras que *Stenocereus thurberi* aporta una cobertura relativa del 8.05% (0.20 m^2/ha), *Cylindropuntia leptocaulis* se sitúa ligeramente por debajo con un 5.75% de cobertura relativa (0.14 m^2/ha).

En conclusión, los datos describen un estrato de cactáceas caracterizado por una presencia sumamente marginal, dispersa y de baja diversidad en el ecosistema global. La estructura interna de este componente está supeditada al desarrollo físico de *Cylindropuntia imbricata*, la cual define la fisonomía de este grupo debido a su mayor cobertura, dejando a la Pitahaya y al Tasajillo como elementos meramente complementarios y de mínima contribución a la biomasa del sitio estudiado.

Tabla 27. Valor de importancia y demás parámetros para las cactáceas.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI

Choya	*Cylindropuntia imbricata*	1	50.00	1	33.33	2.10	86.21	169.54
Pitahaya	*Stenocereus thurberi*	1	25.00	1	33.33	0.20	8.05	66.38
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	25.00	1	33.33	0.14	5.75	64.08
∑	**∑**	**3**	**100**	**3**	**100**	**2.44**	**100**	**300**

Estrato herbáceo

A diferencia de los componentes leñosos y de cactáceas descritos previamente, el estrato herbáceo destaca por registrar valores numéricos de abundancia notablemente elevados, acumulando una densidad total de 33,571 individuos/ha, distribuidos en 10 registros de frecuencia y consolidando una cobertura proyectiva total de 939.86 m^2/ha.

Al evaluar el Índice de Valor de Importancia, la comunidad herbácea exhibe una monopolización ecológica prácticamente absoluta por parte de la especie exótica e invasora *Cenchrus ciliaris* (Zacate buffel). Esta gramínea alcanza un IVI extraordinario de 204.88, lo que evidencia un dominio casi total sobre el ecosistema herbáceo. Este éxito biológico se fundamenta en su alta densidad relativa del 51.06% (17,143 individuos/ha), una distribución muy amplia en el terreno reflejada en una frecuencia relativa del 60.00% (6 registros) y, de forma contundente, una dominancia por cobertura que asciende al 93.82% del total del estrato (872.36 m^2/ha). Estos datos confirman que *Cenchrus ciliaris* actúa como la especie clave que modifica radicalmente la arquitectura y el uso del espacio en el suelo.

En un plano secundario y bajo una condición de franca subordinación, se sitúan las dos especies nativas restantes del estrato, pertenecientes al mismo género y compartiendo un peso ecológico idéntico: *Bouteloua barbata* (Zacate navajita) con un IVI de 47.78 y *Bouteloua aristidoides* (Zacate liebrero) con un IVI de 47.34. Ambas gramíneas manifiestan la misma representatividad espacial, registrando una frecuencia relativa del 20.00% cada una (2 registros). A nivel de abundancia, *Bouteloua aristidoides* exhibe una densidad ligeramente mayor (8,571 ind/ha; 25.53%) en comparación con *Bouteloua barbata* (7,857 ind/ha; 23.40%). Sin embargo, la sutil ventaja en el IVI final para el Zacate navajita se debe a su desarrollo físico, aportando una cobertura relativa del 4.37% (40.67 m^2/ha) frente al marginal 1.81% (16.83 m^2/ha) registrado por el Zacate liebrero.

En conclusión, los datos describen un estrato herbáceo caracterizado por una severa pérdida de equidad ecológica y una baja diversidad, donde la presencia dominante y masiva de *Cenchrus ciliaris* desplaza a las especies nativas del género *Bouteloua*. Este patrón estructural es representativo de pastizales o matorrales perturbados que han sido colonizados o inducidos para el forrajeo, transformando la dinámica del sotobosque hacia un monocultivo funcional en la cobertura del suelo.

Tabla 28. Valor de importancia y demás parámetros para las herbáceas.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Buffel	*Cenchrus ciliaris*	17,143	51.06	6	60.00	872.36	93.82	204.88

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Zacate navajita	*Bouteloua barbata*	7,857	23.40	2	20.00	40.67	4.37	47.78
Zacate liebrero	*Bouteloua aristidoides*	8,571	25.53	2	20.00	16.83	1.81	47.34
	∑	**33,571**	**100**	**10**	**100**	**930**	**100**	**300**

Índice de Shannon

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

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

Donde:

H'= Índice de Shannon-Wiener

Pi= Abundancia relativa

Ln= Logaritmo natural

A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Con base a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener se obtuvieron los siguientes resultados por estrato

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo, el índice de Shannon-Wiener fue de 1.74. Este valor, según lo sugerido por Magurran (1988), son indicadores de diversidad media, ya que este autor enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener los valores menores de 1.6 se consideran como diversidad baja. La diversidad máxima es de 2.20 con una equitatividad de 0.79. Este coeficiente indica que la distribución de los individuos entre las especies de la comunidad alcanza el 79% de su uniformidad potencial, confirmando que, a pesar de la fuerte presencia de la dupla Palo fierro-Mezquite, el ecosistema retiene una homogeneidad interna considerable gracias al soporte de las clases intermedias.

Tabla 29. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo.

Arbóreo						
ID	**Nombre común**	**Nombre científico**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Palo fierro	*Olneya tesota*	116	0.31	-1.16	-0.36
2	Mezquite	*Neltuma glandulosa*	102	0.28	-1.29	-0.36
3	Espino	*Condaliopsis divaricata*	45	0.12	-2.11	-0.26
4	Brea	*Parkinsonia praecox*	40	0.11	-2.22	-0.24
5	Huizache	*Vachellia farnesiana*	38	0.10	-2.28	-0.23
6	Jito	*Forchhammeria watsonii*	14	0.04	-3.27	-0.12

Arbóreo						
ID	**Nombre común**	**Nombre científico**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
7	Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	9	0.02	-3.72	-0.09
8	Tesota	*Senegalia greggii*	3	0.01	-4.81	-0.04
9	Guayacán	*Guaiacum coulteri*	3	0.01	-4.81	-0.04
9			**370**	**1**	**-26**	**-1.74**
		I. Shannon H				**1.74**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**2.20**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.79**
		Hmax – H calculada =				**0.46**

Estrato arbustivo

El valor de índice de Shannon-Wiener fue de 1.88 para el estrato arbustivo. Este valor, según lo sugerido por Magurran (1988), son indicadores de diversidad media, ya que este autor enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener los valores menores de 1.6 se consideran como diversidad baja. La diversidad máxima es de 2.40 con una equitatividad de 0.78. Este coeficiente indica que la distribución de los individuos entre las especies de la comunidad alcanza el 78% de su uniformidad potencial. A pesar de que el estrato arbustivo se registró el mismo número de especies que el estrato arbóreo, se puede apreciar que los individuos se encuentran distribuidos con mayor homogeneidad.

Tabla 30. . Índice de Shannon-Wiener para los arbustos.

ID	**Nombre común**	**Nombre científico**	**n**	**p(i) = n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Vinorama	*Vachellia constricta*	32	0.43	-0.85	-0.36
2	Frutilla	*Lycium andersonii*	10	0.13	-2.01	-0.27
3	Cilindrillo	*Lycium berlandieri*	8	0.11	-2.24	-0.24
4	Cruceto	*Randia thurberi*	6	0.08	-2.53	-0.20
5	Hoja sen	*Senna covesii*	5	0.07	-2.71	-0.18
6	Condalia	*Condalia globosa*	4	0.05	-2.93	-0.16
7	Adelia	*Adelia obovata*	3	0.04	-3.22	-0.13
8	Chirahui	*Vachellia campechiana*	3	0.04	-3.22	-0.13
9	Ocotillo	*Fouquieria splendens*	2	0.03	-3.62	-0.10
10	Sangregado	*Jatropha cardiophylla*	1	0.01	-4.32	-0.06
11	Huereque	*Ibervillea sonorae*	1	0.01	-4.32	-0.06
11			**75**	**1.00**	**-31.97**	**-1.88**
		I. Shannon H				**1.88**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**2.40**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.78**
		Hmax - H calculada =				**0.52**

Cactáceas

Para el estrato de cactáceas se obtuvo un valor en el Índice de Shannon-Wiener de 1.04, el cual se clasifica como bajo. No obstante, al contrastarlo con el valor máximo teórico (H' max = 1.10), se

deriva un índice de equitatividad de 0.95. Este resultado demuestra una alta homogeneidad en la comunidad, indicando que, a pesar de la baja riqueza de especies, los individuos se distribuyen de manera sumamente uniforme.

Tabla 31. Índice de Shannon-Wiener para las cactáceas.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Choya	*Cylindropuntia imbricata*	2	0.50	-0.69	-0.35
2	Pitahaya	*Stenocereus thurberi*	1	0.25	-1.39	-0.35
3	Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	0.25	-1.39	-0.35
3			**4**	**1**	**-3.47**	**-1.04**
		I. Shannon H				**1.04**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**1.10**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.95**
		Hmax - H calculada =				**0.06**

Estrato herbáceo

Para el estrato de herbáceo se obtuvo un valor en el Índice de Shannon-Wiener de 1.03, el cual se clasifica como bajo. No obstante, al contrastarlo con el valor máximo teórico (H' max = 1.10), se deriva un índice de equitatividad de 0.94. Este resultado demuestra una alta homogeneidad en la comunidad, indicando que, a pesar de la baja riqueza de especies, los individuos se distribuyen de manera sumamente uniforme.

Tabla 32. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	24	0.51	-0.67	-0.34
2	Zacate liebrero	*Bouteloua aristidoides*	12	0.26	-1.37	-0.35
3	Zacate navajita	*Bouteloua barbata*	11	0.23	-1.45	-0.34
3			**47**	**1**	**-3.49**	**-1.03**
			I. Shannon H			**1.03**
			Máxima diversidad del ecosistema H' max =			**1.10**
			Equitatividad (J) H/H' max =			**0.94**
			Hmax - H calculada =			**0.07**

Tipo de vegetación por afectar

El área del proyecto se encuentra en el tipo de vegetación pastizal cultivado, según la capa de INEGI Serie VII Uso de suelo y vegetación. Los pastizales se caracterizan por la dominancia de gramíneas. Estas comunidades son favorecidas por las condiciones del suelo, principalmente, el disturbio ocasionado por los animales domésticos. El área del proyecto se encuentra notablemente afectada, con poca densidad de vegetación y con especies características de zonas perturbadas.

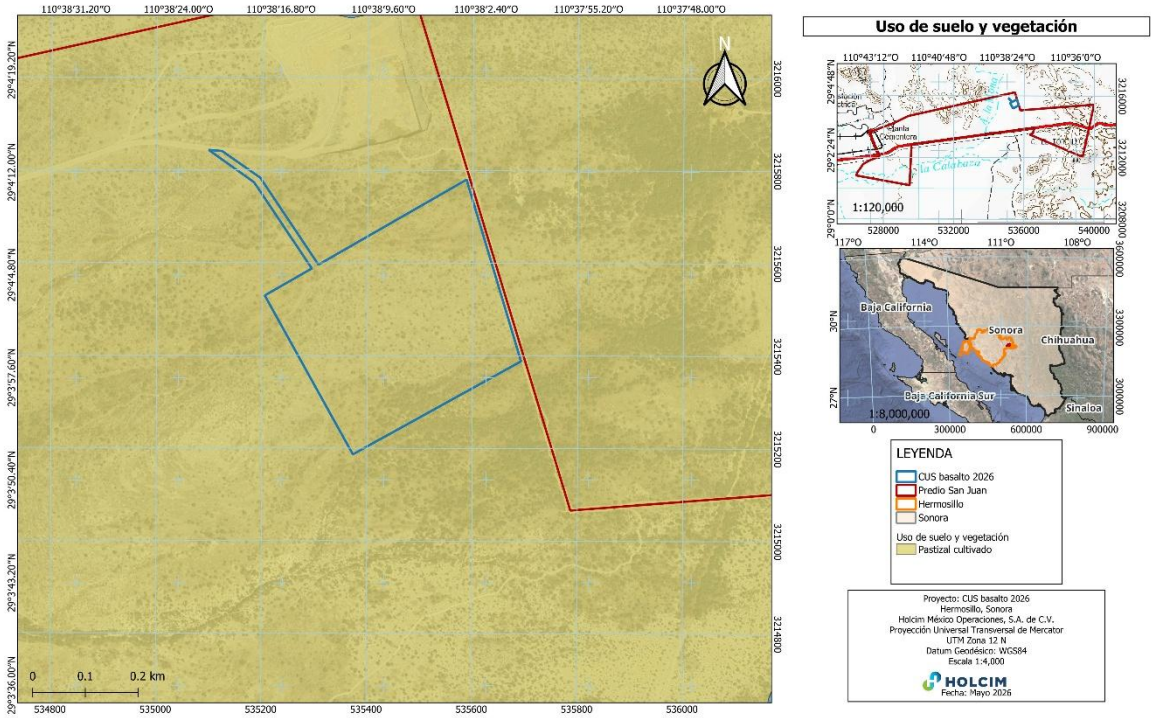


Figura 35. Tipo de vegetación en el área del proyecto.

Análisis de diversidad de la vegetación

De acuerdo con la información recabada en campo se procedió a determinar el valor de importancia de las especies presentes en el sitio para cada estrato.

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo en el área del proyecto presenta una densidad total de 96 ind/ha, una cobertura vegetal de 586.98 m²/ha y una frecuencia acumulada de 30, distribuidas en cinco especies características de la región. La estructura de esta comunidad vegetal está fuertemente dominada por el palo fierro (*Olneya tesota*), especie que registra el mayor Índice de Valor de Importancia con un IVI de 146.55; esto se debe a que posee la mayor abundancia con 53 ind/ha (54.78% de densidad relativa) y la mayor ocupación del espacio con una cobertura de 362.59 m²/ha (61.77% de cobertura relativa), además de una frecuencia relativa del 30.00%. La segunda especie en orden de importancia ecológica es el mezquite (*Neltuma glandulosa*), la cual destaca por tener la mayor distribución espacial en las unidades de muestreo con una frecuencia relativa del 33.33% (frecuencia absoluta de 10); cuenta además con una densidad de 23 ind/ha (23.48% relativa) y una cobertura de 165.96 m²/ha (28.27% relativa), consolidando un IVI de 85.09.

Como especie secundaria o de soporte en el ecosistema se encuentra la brea (*Parkinsonia praecox*), la cual aporta una densidad de 18 ind/ha (18.26% relativa), una frecuencia de 7 (23.33% relativa) y una cobertura de 49.10 m²/ha (8.37% relativa), lo que le otorga un IVI de 49.96. Finalmente, el estrato registra componentes menores o de escasa representación; tal es el caso del palo verde (*Parkinsonia microphylla*), que muestra una presencia marginal con una densidad de apenas 3

ind/ha (2.61% relativa), frecuencia de 3 (10.00% relativa), cobertura de 9.16 m²/ha (1.56% relativa) y un IVI de 14.17. En una situación aún más baja y de carácter esporádico se ubica el jito (*Forchhammeria watsonii*), registrando el valor mínimo del estudio con solo 1 ind/ha (0.87% de densidad relativa), una frecuencia de 1 (3.33% relativa), una cobertura casi nula de 0.16 m²/ha (0.03% relativa) y un IVI final de 4.23. En conclusión, el sitio del proyecto exhibe una marcada codominancia entre *Olneya tesota* y *Neltuma glandulosa*, las cuales en conjunto concentran el 78.26% de la densidad total y el 90.04% de la cobertura del estrato arbóreo analizado.

Tabla 33. Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m²/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Palo fierro	*Olneya tesota*	53	54.78	9	30.00	362.59	61.77	146.55
Mezquite	Neltuma glandulosa	23	23.48	10	33.33	165.96	28.27	85.09
Brea	Parkinsonia praecox	18	18.26	7	23.33	49.10	8.37	49.96
Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	3	2.61	3	10.00	9.16	1.56	14.17
Jito	*Forchhammeria watsonii*	1	0.87	1	3.33	0.16	0.03	4.23
	∑	**96**	**100**	**30**	**100**	**587**	**100**	**300**

Es importante mencionar que la especie *Olneya tesota,* está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría “sujeta a protección especial”. Esta especie se encuentra representada en la microcuenca y además se propondrá realizar un rescate de los individuos que cumplan con las características para garantizar su sobrevivencia.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo en el área del proyecto registra una densidad total de 123 individuos por hectárea (ind/ha), una cobertura vegetal acumulada de 417.58 m²/ha y una frecuencia total de 15, distribuidas en cuatro especies principales. La comunidad muestra una dominancia absoluta y sumamente marcada por parte de la vinorama (*Vachellia constricta*), la cual se consolida como la especie ecológicamente más importante con un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 230.04. Esta especie concentra la mayor abundancia con 107 ind/ha (86.49% de densidad relativa), la mayor presencia espacial con una frecuencia de 9 (60.00% de frecuencia relativa) y la mayor ocupación de área con una cobertura de 348.93 m²/ha (83.56% de cobertura relativa). En un segundo plano de importancia se posiciona la condalia (*Condalia globosa*), registrando una densidad de 12 ind/ha (9.46% relativa), una frecuencia de 3 (20.00% relativa) y una cobertura de 61.78 m²/ha (14.80% relativa), lo que resulta en un IVI de 44.26.

Por otra parte, los componentes minoritarios del estrato muestran una representación muy baja. El cilindrillo (*Lycium berlandieri*) presenta una densidad de apenas 3 ind/ha (2.70% relativa), una frecuencia de 2 (13.33% relativa), una cobertura de 6.55 m²/ha (1.57% relativa) y un IVI de 17.60. Finalmente, el cruceto (*Randia thurberi*) se identifica como la especie más escasa del muestreo, aportando únicamente 2 ind/ha (1.35% de densidad relativa), una frecuencia de 1 (6.67% relativa) y una cobertura marginal de 0.33 m²/ha (0.08% relativa), lo que equivale al IVI más bajo con 8.10.

En conclusión, el análisis estructural del estrato arbustivo está definido casi en su totalidad por *Vachellia constricta*, la cual por sí sola representa más del 86% de los individuos y el 83% de la cobertura vegetal total del área evaluada.

Tabla 34. . Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Vinorama	*Vachellia constricta*	107	86.49	9	60.00	348.93	83.56	230.04
Condalia	*Condalia globosa*	12	9.46	3	20.00	61.78	14.80	44.26
Cilindrillo	*Lycium berlandieri*	3	2.70	2	13.33	6.55	1.57	17.60
Cruceto	*Randia thurberi*	2	1.35	1	6.67	0.33	0.08	8.10
	∑	**123**	**100**	**15**	**100**	**417.58**	**100**	**300**

En general las especies que caracterizan el estrato arbustivo en el sitio se encuentran bien representadas en la microcuenca, y es de destacar que no se encuentran especies en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cactáceas

El estrato de cactáceas en el área del proyecto presenta una baja representatividad general, registrando una densidad total de apenas 3 individuos por hectárea (ind/ha), una frecuencia acumulada de 2 y una cobertura total de 1.80 m²/ha, distribuidas equitativamente en solo dos especies registradas en el muestreo. A pesar de contar con la misma abundancia física de 1 ind/ha cada una, la choya (*Cylindropuntia imbricata*) se posiciona como la especie con mayor relevancia ecológica al registrar un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 180.30. Esto se debe a que la tabla le asigna una densidad relativa del 66.67% y una mayor ocupación del espacio, con una cobertura de 0.98 m²/ha que representa el 63.64% de la cobertura relativa, manteniendo una frecuencia relativa del 50.00% (frecuencia absoluta de 1).

Por su parte, el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) complementa este estrato con un IVI de 119.70. Esta especie cuenta con una densidad de 1 ind/ha, lo que equivale en este balance al 33.33% de densidad relativa. Asimismo, comparte una distribución espacial idéntica con una frecuencia absoluta de 1 (50.00% de frecuencia relativa), pero registra una menor dimensión física con una cobertura de 0.65 m²/ha, representando el 36.36% de la cobertura relativa del estrato. En conclusión, la presencia de cactáceas en el sitio es sumamente escasa y equilibrada en distribución, quedando la dominancia estructural ligeramente inclinada hacia *Cylindropuntia imbricata* debido a su mayor cobertura por hectárea.

Tabla 35. Análisis de diversidad de la vegetación para cactáceas.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m^2/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Choya	*Cylindropuntia imbricata*	2	66.67	1	50.00	1.15	63.64	180.30

Tasajillo	Cylindropuntia leptocaulis	1	33.33	1	50.00	0.65	36.36	119.70
	∑	**3**	**100**	**2**	**100**	**1.80**	**100**	**300**

En el estrato de las cactáceas se encontraron 2 especies, estas especies no se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Herbáceas

El estrato herbáceo en el área del proyecto exhibe una alta densidad de cobertura vegetal, registrando un total de 27,500 ind/ha, una frecuencia acumulada de 9 y una superficie de cobertura sumada de 1,500 m²/ha, distribuida entre tres especies de gramíneas. La estructura de esta comunidad vegetal se encuentra fuertemente dominada por el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), el cual se consolida como el elemento de mayor importancia ecológica en el sitio al registrar un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 210.10. Esta especie exótica invasora lidera de manera absoluta todos los parámetros evaluados con una densidad de 15,000 ind/ha (54.55% de densidad relativa), una distribución espacial amplia reflejada en una frecuencia de 6 (66.67% de frecuencia relativa) y una ocupación superficial masiva de 1,333.33 m²/ha, lo que representa el 88.89% de la cobertura relativa del estrato.

En una posición secundaria se localiza el zacate navajita (*Bouteloua barbata),* especie nativa que aporta una densidad de 10,000 ind/ha (36.36% de densidad relativa), una presencia espacial con una frecuencia de 2 (22.22% de frecuencia relativa) y una cobertura de 125 m²/ha (8.33% de cobertura relativa), lo que le confiere un IVI de 66.92. Finalmente, el zacate liebrero (*Bouteloua aristidoides*) se identifica como el componente minoritario del grupo, registrando una densidad de 2,500 ind/ha (9.09% de densidad relativa), una frecuencia mínima de 1 (11.11% de frecuencia relativa), una cobertura baja de 41.67 m²/ha (2.78% de cobertura relativa) y un IVI consecuente de 22.98. En conclusión, el estrato herbáceo del área de estudio está condicionado y dominado de forma mayoritaria por el comportamiento expansivo de *Cenchrus ciliaris*, el cual por sí solo constituye casi el 89% del área total cubierta por hierbas en el sitio.

Tabla 36. Análisis de diversidad de la vegetación para el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Cobertura m²/ ha	Cobertura relativa (%)	IVI
Buffel	*Cenchrus ciliaris*	15,000	54.55	6	66.67	1,333.33	88.89	210.10
Zacate navajita	*Bouteloua barbata*	10,000	36.36	2	22.22	125.00	8.33	66.92
Zacate liebrero	*Bouteloua aristidoides*	2,500	9.09	1	11.11	41.67	2.78	22.98
	∑	**27,500**	**100**	**9**	**100**	**1,500.00**	**100**	**300**

Índice de biodiversidad por estrato para el área sujeta a cambio de uso de suelo

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

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

Donde:

H'= Índice de Shannon-Wiener

Pi= Abundancia relativa

Ln= Logaritmo natural

Con base a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener se obtuvieron los siguientes resultados por estrato.

Estrato arbóreo

El análisis de diversidad y equitatividad para el estrato arbóreo en el área del proyecto se fundamentó en un muestreo total de 115 individuos distribuidos en cinco especies, evaluados mediante el Índice de Shannon-Wiener (H'). La abundancia de la comunidad está liderada por el palo fierro (*Olneya tesota*) con 63 individuos y una proporción en la muestra (p_i) de 0.55, seguido por el mezquite (*Neltuma glandulosa*) con 27 individuos (p_i = 0.23) y la brea (*Parkinsonia praecox*) con 21 individuos (p_i = 0.18). Por el contrario, el palo verde (*Parkinsonia microphylla*) con 3 individuos (p_i = 0.03) y el jito (*Forchhammeria watsonii*) con un único individuo registrado (p_i = 0.01) representan componentes minoritarios dentro del conteo. Con base en las abundancias relativas y sus respectivos logaritmos naturales, la sumatoria del factor p_i *ln (p_i) resultó en -1.12, lo que determina un valor para el Índice de Shannon de 1.12.

Al contrastar los datos obtenidos con el escenario teórico ideal, la máxima diversidad matemática esperada para un ecosistema con cinco especies bajo una distribución perfectamente homogénea (H'max) se calculó en 1.61. A partir de esta relación, el Índice de Equitatividad de Pielou (J') — estimado mediante el cociente de la diversidad observada respecto a la máxima (H'/H'max)— arrojó un valor de 0.69, lo cual refleja una comunidad con una uniformidad moderada, condicionada por la dominancia numérica de las tres primeras especies. Finalmente, la brecha de diversidad respecto al potencial máximo del sitio quedó expresada en un diferencial ponderado de 0.49. En conclusión, los parámetros de diversidad analizados en el estrato arbóreo poseen una riqueza biológica concentrada principalmente en el palo fierro, manteniendo una estructura de distribución estable, pero con una marcada tendencia a la dominancia de pocas especies frente a los elementos más escasos del área estudiada.

Tabla 37. . Índice de biodiversidad para el estrato arbóreo.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Palo fierro	*Olneya tesota*	63	0.55	-0.60	-0.33
2	Mezquite	Neltuma glandulosa	27	0.23	-1.45	-0.34
3	Brea	Parkinsonia praecox	21	0.18	-1.70	-0.31
4	Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	3	0.03	-3.65	-0.10
5	Jito	*Forchhammeria watsonii*	1	0.01	-4.74	-0.04
5			**115**	**1**	**-12.14**	**-1.12**
		I. Shannon H				**1.12**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**1.61**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.69**
		Hmax - H calculada =				**0.49**

Estrato arbustivo

El análisis de diversidad y estructura para el estrato arbustivo en el área del proyecto contempló un muestreo total de 74 individuos distribuidos en cuatro especies, evaluados matemáticamente mediante el Índice de Shannon-Wiener (H'). La composición de la muestra exhibe una marcada centralización en torno a la vinorama (*Vachellia constricta*), la cual registra una dominancia absoluta con 64 individuos y una proporción (p_i) de 0.86 dentro de la comunidad. Las especies acompañantes muestran una presencia considerablemente menor; la condalia (*Condalia globosa*) contabiliza 7 individuos (p_i = 0.09), el cilindrillo (*Lycium berlandieri*) se presenta con 2 individuos (p_i = 0.03), y el cruceto (*Randia thurberi*) se identifica como el componente más escaso con un único individuo registrado (p_i = 0.01). A partir del cálculo de las abundancias relativas y sus respectivos logaritmos naturales, la sumatoria del factor $p_i * \ln(p_i)$ resultó en -0.50, lo que establece un valor final para el Índice de Shannon de 0.50.

Este resultado se contrastó con la máxima diversidad teórica esperada para un ecosistema con cuatro especies distribuidas de forma homogénea (H'max), la cual se estimó en 1.39. Al calcular el Índice de Equitatividad de Pielou (J') mediante la relación H'/H'max, se obtuvo un valor de 0.36, lo que confirma de manera estadística una regularidad o uniformidad muy baja en el estrato debido a la fuerte concentración de abundancia en una sola especie. Asimismo, el diferencial acumulado entre la diversidad ideal y la calculada se situó en 0.88. En conclusión, los datos derivados del estrato arbustivo poseen una baja diversidad ecológica y una estructura altamente asimétrica, condicionada casi en su totalidad por el predominio poblacional de *Vachellia constricta* frente al resto de los componentes del ecosistema local.

Tabla 38. . Índice de biodiversidad para el estrato arbustivo.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Vinorama	Vachellia constricta	64	0.86	-0.15	-0.13
2	Condalia	Condalia globosa	7	0.09	-2.36	-0.22
3	Cilindrillo	Lycium berlandieri	2	0.03	-3.61	-0.10
4	Cruceto	*Randia thurberi*	1	0.01	-4.30	-0.06
4			**74**	**1**	**-10.42**	**-0.50**
		I. Shannon H				**0.50**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**1.39**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.36**
		Hmax - H calculada =				**0.88**

Cactáceas

El análisis de diversidad y equitatividad para el estrato de cactáceas en el área del proyecto se basó en un muestreo total reducido de 3 individuos pertenecientes a dos especies, evaluados mediante el Índice de Shannon-Wiener (H'). La estructura poblacional de este grupo se compone de la choya (*Cylindropuntia imbricata*) con 2 individuos y una proporción en la muestra (p_i) de 0.67, seguida por el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) con un único individuo registrado, lo que equivale a una proporción (p_i) de 0.33. Al procesar estadísticamente las abundancias relativas y sus respectivos logaritmos naturales, la sumatoria del factor $p_i * \ln(p_i)$ resultó en -0.64, lo que define un valor para el Índice de Shannon de 0.64.

Este resultado fue contrastado con el escenario de máxima diversidad teórica para una comunidad de dos especies distribuidas con total homogeneidad (H'max), la cual se calculó en 0.69. A partir de estos valores, el Índice de Equitatividad de Pielou (J') —determinado mediante el cociente de la diversidad calculada respecto a la máxima (H'/H'max)— arrojó un valor alto de 0.92, lo que estadísticamente indica una distribución muy equitativa y cercana al equilibrio, debido al bajo número absoluto de individuos muestreados. Consecuentemente, el diferencial acumulado entre la diversidad ideal y la observada es casi marginal, situándose en 0.06. En conclusión, los parámetros en el estrato de cactáceas cuentan con una riqueza biológica muy baja en el sitio del proyecto, los pocos elementos presentes exhiben un grado de uniformidad elevado en su representatividad proporcional.

Tabla 39. Índice de biodiversidad para cactáceas.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Choya	*Cylindropuntia imbricata*	2	0.67	-0.41	-0.27
2	Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	0.33	-1.10	-0.37
2			**3**	**1**	**-1.50**	**-0.64**
		I. Shannon H				**0.64**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**0.69**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.92**
		Hmax - H calculada =				**0.06**

Herbáceas

El análisis de diversidad y equitatividad para el estrato herbáceo en la periferia del proyecto se sustentó en un muestreo de 33 individuos pertenecientes a tres especies de gramíneas, evaluados mediante la aplicación estadística del Índice de Shannon-Wiener (H'). La composición de este estrato se encuentra encabezada por el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) con un registro de 18 individuos, lo que representa una proporción de la muestra (p_i) de 0.55. En segunda posición se ubica el zacate navajita (*Bouteloua barbata*) con 12 individuos y una proporción (p_i) de 0.36, mientras que el zacate liebrero (*Bouteloua aristidoides*) constituye el componente menos abundante con apenas 3 individuos contabilizados (p_i = 0.09). Al procesar las abundancias proporcionales con sus logaritmos naturales, la sumatoria del factor $p_i * \ln(p_i)$ resultó en -0.92, lo que determina de manera directa un valor para el Índice de Shannon de 0.92.

Este índice obtenido se correlacionó con el límite de máxima diversidad teórica esperada para una comunidad de tres especies bajo un reparto equitativo ideal (H'max), el cual se estableció en 1.10. Derivado de esto, el cálculo del Índice de Equitatividad de Pielou (J'), mediante el cociente de la diversidad real frente a la máxima (H'/H'max), arrojó un valor de 0.83; este puntaje denota que la comunidad vegetal herbácea goza de una regularidad o uniformidad alta, lo cual demuestra que los recursos y la población se encuentran relativamente bien distribuidos entre las dos especies principales del sitio. Consecuentemente, el diferencial acumulado entre el potencial idóneo del ecosistema y el calculado se reporta en una brecha mínima de 0.18. En conclusión, el estrato herbáceo posee una diversidad estable y un nivel de organización biológica balanceado, reflejando una coexistencia proporcionalmente homogénea a pesar de la natural dominancia cuantitativa de *Cenchrus ciliaris*.

Tabla 40. Índice de biodiversidad para el estrato herbáceo.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Buffel	*Cenchrus ciliaris*	18	0.55	-0.61	-0.33
2	Zacate navajita	*Bouteloua barbata*	12	0.36	-1.01	-0.37
3	Zacate liebrero	*Bouteloua aristidoides*	3	0.09	-2.40	-0.22
3			**33**	**1**	**-4.02**	**-0.92**
		I. Shannon H				**0.92**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**1.10**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.83**
		Hmax - H calculada =				**0.18**

b) Fauna

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo viene a ser la cantidad total de unidades de muestreo desplegadas o efectuadas en un determinado hábitat, ecosistema o área de interés, y en una ubicación temporal determinada; la implementación de las unidades de muestreo tiene como finalidad establecer o conocer ciertas características de una comunidad, poblacional animal (Riqueza, abundancia, por ejemplo) y otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Anfibios y reptiles

Para este grupo faunístico, se procedió a utilizar el método de muestreo directo por medio de encuentro visual. Esta técnica es ampliamente conocida y es citada comúnmente como VES por sus siglas en inglés *Visual Encounter Survey* (Heyer et al., 1944), y en español como búsqueda por encuentro visual o REV (Relevamiento por encuentro visual) (Rueda et al., 2006).

Para esto se procedió a realizar una búsqueda con desplazamiento lento y constante, revisando la vegetación, piedras, y diversos materiales que sirvieran de refugio a los especímenes de interés dentro del sitio de muestreo. Estas actividades se realizaron durante el día, pues así se permite localizar a las especies durmiendo entre la vegetación (Doan,2003; Schlüter y Pérez, 2004). Los especímenes avistados fueron identificados por el técnico especialista en fauna.

Aves

Para el caso de las aves se realizó el método de muestreo por puntos. Este método resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats.

Para llevar a cabo este muestreo, el técnico evaluador, permaneció en un punto céntrico dentro del sitio de muestreo en donde tomó nota de todas las especies e individuos vistos y oídos con ayuda de binoculares para facilitar su identificación, en un tiempo entre 10 a 15 minutos (Ralph et al., 1997). El horario de evaluación fue durante media mañana cuando las especies se encontraban aún activas.

Mamíferos

El método utilizado para este grupo en específico fue el método indirecto, a través de huellas, heces, refugios, huesos, madrigueras y otros (Wilson et al., 1996; Krebs et al., 2008), puesto que gran parte de este grupo son animales de comportamiento tímido.

Se procedió a identificar a que especies pertenecían los indicios encontrados y a ser contabilizados.

Cuenca

Para la estimación de índices de diversidad de especies se llevaron a cabo 14 puntos de muestreo (mismo que se utilizaron para muestreo de flora), estos fueron de forma circular y con un radio de 17.84 m, lo cual da una superficie de 1,000 m^2 por sitio.

Tabla 41. Coordenadas de los sitios de muestreo.

Sitio	No. especies	X	Y
1	7	535460	3214085
2	7	534942	3214129
3	8	534929	3214948
4	7	535666	3214717
5	7	534581	3214153
6	5	535111	3215199
7	7	535778	3214999
8	9	535594	3215067
9	3	535223	3214768
10	4	535186	3214463
11	6	535862	3214082
12	8	535085	3214268
13	9	535609	3214522
14	6	535265	3214658

Índice de Shannon-Wiener

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} pi\ (\ln pi)$$

A mayor valor del índice (con un límite de 5) indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Aves

En el grupo faunístico de aves se registró una riqueza de seis especies y una abundancia total de 11 individuos. El Índice de Shannon-Wiener (H') fue de 1.72, valor que refleja una diversidad media para la comunidad. Por su parte, la diversidad máxima teórica se estableció en 1.79, lo que derivó en un índice de equitatividad de 0.96; este resultado demuestra una alta uniformidad en la muestra, indicando que los individuos se encuentran distribuidos de manera equilibrada entre las especies registradas.

Tabla 42. Índice de diversidad del grupo de aves muestreadas en la microcuenca.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Paloma ala blanca	*Zenaida asiatica*	3	0.27	-1.30	-0.35
2	Cardenal norteño	*Cardinalis cardinalis*	2	0.18	-1.70	-0.31
3	Gorrión zacatonero	*Peuca carpalis*	2	0.18	-1.70	-0.31
4	Cenzontle	*Mimus polyglotus*	2	0.18	-1.70	-0.31
5	Zopilote aura	*Chatartes aura*	1	0.09	-2.40	-0.22
6	Carpintero mexicano	*Picoides scalaris*	1	0.09	-2.40	-0.22
6			**11**	**1.00**	**-11.21**	**-1.72**
		I. Shannon H				**1.72**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**1.79**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.96**
		Hmax - H calculada =				**0.07**

Mamíferos

En el grupo faunístico de mamíferos se registró una riqueza de dos especies y una abundancia total de 3 individuos. El Índice de Shannon-Wiener (H') fue de 0.64, valor que refleja una diversidad baja para la comunidad. Por su parte, la diversidad máxima teórica se estableció en 0.69, lo que derivó en un índice de equitatividad de 0.92; este resultado demuestra una alta uniformidad en la muestra, indicando que los individuos se encuentran distribuidos de manera equilibrada entre las especies registradas.

Tabla IV. 1. Índice de diversidad del grupo de mamíferos muestreadas en la microcuenca.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Conejo	*Sylvilagus audubonii*	2	0.67	-0.41	-0.27
2	Liebre antílope	*Lepus alleni*	1	0.33	-1.10	-0.37
2			**3**	**1.00**	**-1.50**	**-0.64**
		I. Shannon H				**0.64**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**0.69**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.92**
		Hmax - H calculada =				**0.06**

Reptiles

En el grupo faunístico de reptiles se registró solamente una especie y una abundancia total de 3 individuos. Al solo registrarse una especie la diversidad resulta 0.

Tabla 43. Índice de diversidad del grupo de reptiles muestreadas en la microcuenca.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Lagartija gris	*Urosaurus ornatus*	3	1.00	0.00	0.00
1			**3**	**1.00**	**0.00**	**0.00**
		I. Shannon H				**0.00**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**0.00**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**-**

Hmax - H calculada =	-

Proyecto

El esfuerzo de muestreo viene a ser la cantidad total de unidades de muestreo desplegadas o efectuadas en un determinado hábitat, ecosistema o área de interés, y en una ubicación temporal determinada; la implementación de las unidades de muestreo tiene como finalidad establecer o conocer ciertas características de una comunidad, poblacional animal (Riqueza, abundancia, por ejemplo) y otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Para la estimación de índices de diversidad de especies se llevaron a cabo 12 puntos de muestreo que se utilizaron para el muestreo de vegetación, en forma circular con 17.84 m de diámetro dando una superficie de 1000 m^2.

Tabla 44. Sitios de muestreo de fauna.

Sitio	X	Y
1	535,563	3,215,721
2	535,248	3,215,500
3	535,332	3,215,424
4	535,429	3,215,517
5	535,574	3,215,572
6	535,627	3,215,495
7	535,536	3,215,473
8	535,429	3,215,396
9	535,387	3,215,252
10	535,444	3,215,292
11	535,535	3,215,362
12	535,651	3,215,403

Índice de Shannon-Wiener

El índice de biodiversidad empleado para establecer la diversidad florística fue el Índice de Shannon-Wiener, cuyos valores inferiores a 2 son bajos y valores superiores a 3 son altos. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, y valores por encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} pi\ (\ln pi)$$

A mayor valor del índice (con un límite de 5) indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Aves

En el área del proyecto solamente se encontraron dos especies del grupo faunístico de aves, tres individuos de la especie *Zenaida asiatica* lo que representa una proporción de p(i) = 0.75 (75%) y un individuo de *Cardinalis cardinalis,* p(i)=0.25. El valor de I. Shannon H' es de 0.56 y una máxima de 0.69, la equitatividad (J) es de 0.81 y la diferencia entre Hmax-H calculada es de apenas 0.13, lo que se confirma que el sistema se encuentra cerca de la uniformidad potencial para el tamaño de la muestra.

Tabla 45. Índice de diversidad de Shannon para las especies muestreadas en el área del proyecto del grupo de aves.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Paloma ala blanca	*Zenaida asiatica*	3	0.75	-0.29	-0.22
2	Cardenal norteño	*Cardinalis cardinalis*	1	0.25	-1.39	-0.35
2			**4**	**1.00**	**-1.67**	**-0.56**
		I. Shannon H				**0.56**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**0.69**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**0.81**
		Hmax - H calculada =				**0.13**

Reptiles

En el área del proyecto solamente se encontró una especie del grupo faunístico de reptiles, un individuo de la especie *Urosaurus ornatus* lo que representa una proporción de p(i) = 1 (100%), al solamente encontrarse una especie el valor de I. Shannon H' es cero.

Tabla 46. Índice de diversidad de Shannon para las especies muestreadas en el área del proyecto del grupo de reptiles.

ID	Nombre común	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Lagartija gris	*Urosaurus ornatus*	1	1.00	0.00	0.00
1			**1**	**1.00**	**0.00**	**0.00**
		I. Shannon H				**0.00**
		Máxima diversidad del ecosistema H' max =				**0.00**
		Equitatividad (J) H/H' max =				**-**
		Hmax - H calculada =				**0.00**

III.2.3. Paisaje

El paisaje de la región corresponde a llanuras y bajadas del Desierto Sonorense, con lomeríos bajos dispersos, cuya calidad visual ha sido modificada previamente por actividades agropecuarias (potreros, caminos, cercos) y, en la porción colindante al norte, por la operación de una cantera de basalto preexistente. En este contexto, el paisaje del área del proyecto se clasifica como un paisaje antropizado, de baja a media fragilidad visual, dada su condición previamente alterada y su relativo aislamiento respecto de asentamientos humanos y vías de alta densidad de tránsito, más allá de la propia carretera Hermosillo-Mazatán-Sahuaripa.

III.2.4. Medio socioeconómico

Infraestructura social y de comunicaciones

El predio se encuentra en el municipio de Hermosillo, Sonora. A continuación, se presentan los datos correspondientes de la localidad. La siguiente información fue tomada del Censo 2020 por INEGI.

Evolución demográfica

En el municipio de Hermosillo, la última población registrada en el año 2020 son 936 263 habitantes (62.92 hab/km^2), de los cuales el 467,490 (49.9%) son hombres y 468.773 (50.1%) son mujeres. Tiene una tasa de crecimiento media anual del 2.5%. Sus principales localidades, además de la cabecera municipal son: Miguel Alemán, San Pedro el Saucito, La Victoria, La Manga y Bahía de Kino, donde se realizará el proyecto.

Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Hermosillo fueron Secundaria (191 mil personas o 27.6% del total), Licenciatura (182 mil personas o 26.3% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (157 mil personas o 22.7% del total).

La tasa de analfabetismo de Hermosillo en 2020 fue 1.43%. Del total de población analfabeta, 51.2% correspondió a hombres y 48.8% a mujeres.

Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron Ingeniería, manufactura y construcción (8,806), Administración y negocios (4,604) y Ciencias sociales y derecho (3,170). De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Administración y negocios (6,438), Ciencias de la salud (5,761) y Ciencias sociales y derecho (5,187).

En Hermosillo, las instituciones que concentraron mayor número estudiantes en 2020 fueron Universidad de Sonora (25.9 mil), Universidad Estatal de Sonora (9.69 mil) e Instituto Tecnológico de Hermosillo (5.4 mil).

El mismo año, las carreras más demandadas en Hermosillo fueron Licenciatura en derecho (3.54 mil), Licenciatura en administración de empresas (2.1 mil) y Licenciatura en enfermería (1.97 mil).

En 2020 Sonora tuvo 50k alumnos inscritos en cursos de nivel inicial de alfabetización, 131k alumnos inscritos en nivel intermedio y 156k alumnos inscritos en nivel avanzado.

En el mismo año, Sonora tuvo 1.18k alumnos que finalizaron el curso inicial de alfabetización, 3.62k alumnos alfabetizados en nivel intermedio y 3.82k alumnos que terminaron los cursos de nivel avanzado.

Salud

En Hermosillo, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (451 mil), Otro lugar (114 mil) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (113mil).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (528 mil) y No Especificado (150 mil).

Integración e interpretación del inventario ambiental

Al analizar las unidades ambientales locales y su contexto regional, el predio presenta características y factores que aseguran el uso para desarrollar el proyecto, siendo:

El tipo de clima es BW(h') (x') este clima es muy seco con régimen de lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2°C, semicálido con invierno fresco. Temperatura media anual mayor a 18°C. Temperatura del mes más frío menor a 18 °C.

El terreno no se encuentra cerca de cuerpos de agua lóticos importantes, ya que los más cercanos corresponden a arroyos de comportamiento intermitente.

El tipo de suelo presente en el área del proyecto es Vertisol crómico, este tipo de suelo abarca 472.47 km^2 de la cuenca (1.76%).

La vegetación presente en el área del proyecto es pastizal cultivado según la capa de INEGI Serie VII Uso de suelo y vegetación, con una densidad baja y distribución heterogénea, las especies dentro del área del proyecto se encuentran representadas en la cuenca, se encontró *Olneya tesota,* especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de flora como medida de mitigación.

El terreno no se encuentra cerca ni dentro de un área natural protegida

El área del proyecto se encuentra cerca de la urbanización y cuenta con acceso por medio de caminos de terracería, por lo que no será necesario implementar nuevas rutas que podrían afectar áreas fuera del área del proyecto.

Los factores anteriores condujeron a la selección de la actividad económica propuesta, donde demuestra la compatibilidad de esta con su entorno.

Síntesis del inventario

Tabla 47. Síntesis del inventario.

Sistema Ambiental	Llanura Sonorense.
Subsistema Ambiental	Sierra y Llanuras Sonorenses.
Región hidrológica	Región Hidrológica 09 Sonora Sur.
Cuenca	Río Sonora.
Subcuenca	R. Sonora-Hermosillo.
Clima	BW(h') (x´)
Temperatura media anual	Temperatura media anual mayor a 18°C
Precipitación	388.1 mm.
Inundación	Riesgo medio.
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Nula.
Áreas de interés	El sitio del proyecto no se encuentra en áreas naturales protegidas (ANP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), en Regiones Terrestre Prioritarias (RTP) y Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).
Flora	Pastizal cultivado En los muestreos para el área del CUSTF se encontraron 6 especies arbóreas, y de acuerdo con el muestreo el área está formada por la asociación *Olneya tesota* (53 ind/ha)*, Neltuma glandulosa* (23 ind/ha)*, Parkinsonia praecox* (18 ind/ha)*, Parkinsonia microphylla* (3 ind/ha) *y Forchhammeria watsonii* (1 ind/ha). Es importante mencionar que la especie *Olneya tesota,* está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría "sujeta a protección especial". Esta especie se encuentra representada en la microcuenca y además se propondrá realizar un rescate de los individuos que cumplan con las características para garantizar su sobrevivencia.
Fauna	En el área del proyecto no se encontraron especies de fauna que se encuentre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se encontró presencia de especies de grupo de mamíferos y anfibios. Las especies de aves que se detectaron fueron Cardenal (*Cardinalis cardinalis)* y Paloma alas blancas (*Zenaida macroura).* Del grupo de reptiles se encontraron especies de: Lagartija (*Urosaurus ornatus*).
Medio socioeconómico	El área del proyecto se encuentra en el municipio de Hermosillo, a aproximadamente 23 km de la ciudad de Hermosillo.
Tenencia de la tierra	El predio San Juan le pertenece a la empresa Holcim México Operaciones, S.A. de C.V.
Aspectos culturales.	El uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto es como sitio de agostadero de baja capacidad de carga. El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo. El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico.

III.3. Diagnóstico ambiental regional: señalamiento de la problemática ambiental detectada

Con base en la información oficial consultada, en la tabla siguiente se enlista la problemática ambiental identificada en la región en la que se inserta el proyecto, misma que constituye el punto de partida para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se desarrolla en el Capítulo IV del presente estudio.

Tabla 48. Síntesis de la problemática ambiental detectada en la región.

Problemática	Indicador / evidencia
Sobreexplotación y balance hídrico negativo de los acuíferos regionales	Los tres acuíferos que abastecen a Hermosillo (Costa de Hermosillo, Mesa del Seri-La Victoria y Río Zanjón) presentan balance negativo y no cuentan con disponibilidad para nuevas concesiones de agua subterránea
Cambio de uso de suelo y pérdida de cobertura vegetal de origen agropecuario	A nivel nacional se pierden en promedio 203,552 ha/año de superficie forestal (2001-2024), 95% de forma ilegal, principalmente por conversión a agostadero; SEMARNAT autoriza en promedio solo 12,000-13,000 ha/año
Degradación de suelos por sobrepastoreo histórico	Eliminación parcial de la cubierta vegetal original documentada en el propio predio San Juan y áreas colindantes por actividades pecuarias previas
Presión sobre la calidad del aire por fuentes de área	Antecedentes de concentraciones de PST calificadas como no satisfactorias en monitoreos de la ciudad de Hermosillo; red estatal de monitoreo de PM10 limitada
Presión sobre ecosistemas áridos por actividades extractivas	La UAB 104 identifica a la minería como sector coadyuvante del desarrollo regional, con estrategias orientadas a consolidar el marco normativo de una minería sustentable
Vulnerabilidad a la sequía y a la desertificación	Clima predominantemente muy seco (BWh), con precipitación media anual de 100 a 600 mm; México es parte de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación

La problemática identificada evidencia una región sujeta a presión hídrica estructural, a procesos de cambio de uso de suelo de origen principalmente agropecuario y, en menor medida, minero, así como a una vulnerabilidad intrínseca a la aridez y a la variabilidad climática propia del Desierto Sonorense. El proyecto “CUS Basalto 2026” se inserta en un predio cuya cobertura vegetal original (matorral desértico micrófilo) ya había sido sustituida por pastizal cultivado desde décadas atrás, como consecuencia de los mismos procesos de cambio de uso de suelo agropecuario aquí documentados, y colinda con una cantera de basalto en operación, por lo que se desarrolla dentro de un entorno previamente antropizado y no introduce, en ese sentido, una nueva fuente de perturbación regional.

Dado que el proyecto no contempla el aprovechamiento de agua subterránea ni la generación de emisiones atmosféricas significativas, su contribución a la problemática hídrica y de calidad del aire de la región se estima marginal. En contraste, sí contribuye de manera directa e incremental a los procesos regionales de cambio de uso de suelo, razón por la cual se han incorporado al proyecto, como se detalla en el Capítulo IV, un programa de rescate y reubicación de flora y fauna (Ver en anexos), así como medidas de conservación de suelo, orientadas a mitigar su aportación a esta problemática ambiental regional.

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

IV.1. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los recursos forestales son la vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales.

Durante la realización del proyecto, las actividades pueden afectar los recursos mencionados anteriormente si no se toman las medidas pertinentes, por ejemplo, aparte de la afectación directa por la intervención sobre el suelo y la flora, la generación de residuos puede causar contaminación del suelo del sitio del proyecto o áreas aledañas. En igual sentido, la generación del ruido puede afectar la fauna del sitio. Por otro lado, factores como la generación de empleos y la contratación de servicios causan impactos favorables sobre el valor comercial del sitio. Por lo anterior, en este capítulo se describen los impactos potenciales negativos y la duración de estos, así como la metodología aplicada para esta determinación.

IV.1.1. Identificación de los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales existen diferentes metodologías, las cuales son seleccionadas por el responsable técnico del proyecto, justificando su aplicación.

En esta fase es recomendable que el proceso se desarrolle en dos etapas: en la primera es importante hacer una selección adecuada de los indicadores de impacto que van a ser utilizados y en la segunda, deberá seleccionarse y justificarse la metodología de evaluación que se aplicará al proyecto o actividad en evaluación.

Indicadores de impacto

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que es “un elemento de medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987). Se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Para ser útiles, los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

- Cuantificables: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

- Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Los indicadores son útiles para estimar los impactos de un terminado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. En ese sentido, los indicadores de impacto están vinculados a la valoración del inventario, debido a que la magnitud de los impactos ~~de~~ dependen en gran medida del valor asignado a las diferentes variables inventariadas.

Otros aspectos importantes de estos indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así como en cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto.

Lista indicativa de indicadores de impacto

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente es útil para las distintas fases de un proyecto, es tarea del responsable de la evaluación del estudio de impacto ambiental, el determinar los indicadores particulares para el proyecto que aborde, por ello, la lista siguiente no es exhaustiva sino solo indicativa.

Calidad del aire: los indicadores de este componente pueden ser distintos según se trate de actividades preoperativas, de construcción y operativas. Durante la construcción, el indicador que se puede utilizar es el número de fuentes móviles en una superficie determinada y/o la capacidad de dispersión de sus emisiones.

Ruidos y vibraciones: un posible indicador e impacto de este podrían ser las dimensiones de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-SEMARNAT-1994.

Geología y geomorfología: en la fase de estudio previo se suelen adoptar indicadores tales como el número e importancia de los puntos de interés geológico afectados, el contraste de relieve y el grado de erosión e inestabilidad de los terrenos. En la etapa de operación, además de algunos de los indicadores anteriores, los indicadores deben de tener un mayor detalle para poder identificar el grado de riesgo en el sitio seleccionado.

Hidrología superficial y/o subterránea: se pueden citar los siguientes: número de cauces interceptados diferenciado si él es tramo alto, medio o bajo del cauce. Superficie afectada por la infraestructura en la zona de recarga de acuíferos. Alteración potencial del acuífero derivado de la operación del proyecto. Caudales afectados por cambios en la calidad de las aguas.

Suelo: los indicadores de impacto sobre el suelo deben estar ligados más a su calidad que al volumen que será removido, por lo que un indicador posible sería la superficie de suelo de distintas calidades, que se verá afectado por indicadores tales como riesgo de erosión y riesgo de contaminación de suelo.

Vegetación terrestre: los indicadores de impactos para la vegetación pueden ser muy variados algunos ejemplos son: superficie de las distintas formaciones vegetales afectadas por las distintas obras y valoración de su importancia, en función de diferentes escalas espaciales; número de especies protegidas o endémicas afectadas, superficie de las distintas formaciones afectadas por un aumento del riesgo de incendios, superficie de las distintas formaciones especialmente sensibles a peligros de contaminación atmosférica o hídrica.

Fauna: los indicadores pueden ser parecidos a los de vegetación, aunque debido a su movilidad, debe considerarse también el efecto barrera de la infraestructura o de las vías y comunicación internas del proyecto (en su caso). Por lo anterior, los indicadores pueden ser: superficie de ocupación o de presencia potencial de las distintas comunidades faunísticas directamente afectadas y valoración de su importancia; poblaciones de especies endémicas protegidas o de interés afectadas; número e importancia de lugares especialmente sensibles, tales como zonas de reproducción, alimentación, etc.; y especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgo de atropellamiento.

Paisaje: posibles indicadores de este elemento serían los siguientes: número de puntos de especial interés paisajístico afectados, intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas, superficie afectada, interacciones del movimiento de tierras prevista, así como, superficie y valoración de las diferentes unidades paisajísticas interceptadas por las obras o la explotación de bancos de préstamo.

Demografía: las alteraciones en la demografía pueden evaluarse mediante los siguientes indicadores: variaciones en la población total y relaciones de esta variación con respecto a las poblaciones locales; número de individuos ocupados en empleos generados por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas y por los servicios conexos; número de individuos y/o construcciones afectados por distintos niveles de emisión de ruidos y/o contaminación atmosférica; impacto del proyecto en el favorecimiento de la inmigración, etc.

Factores socioculturales: se refiere al valor cultural y extensión de las zonas que pueden sufrir modificaciones en las formas de vida tradicionales; número y valor de los elementos del patrimonio histórico-artístico y cultural afectados por las obras del proyecto; intensidad de uso (veces/semana o veces/mes) que es utilizado en el predio donde se establecerá el proyecto por las comunidades avecinadas como áreas de esparcimiento, reunión o de otro tipo.

Sector primario: algunos indicadores de las alteraciones en este sector podrían ser: porcentaje de la superficie de los terrenos que cambiará su uso de suelo (agrícola, ganadero o forestal); variación de la productividad y de la calidad de la producción derivada del establecimiento del proyecto; limitaciones a actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias del establecimiento del proyecto; variación del valor del suelo en las zonas aledañas al sitio donde se establecerá el proyecto.

Sector secundario: algunos indicadores de este sector pueden ser: número de trabajadores en la obra demanda y tipo de servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto; incremento en la actividad comercial de las comunidades vecinas como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Criterios y metodología de evaluación

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En dicho sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación valoran el impacto global de la obra.

Criterios

Los criterios de valoración del impacto que pueden aplicarse en un Estudio de Impacto Ambiental son variados y su selección depende en gran medida del autor y del estudio. A continuación, se incluyen algunos de los más utilizados en los Estudios de Impacto Ambiental.

- Dimensión: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque se puede intentar cuantificar.

- Signo: muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o), en ciertos casos puede ser difícil estimar este signo, puesto que conlleva una valoración que a veces es en extremo subjetiva, como puede ser los incrementos de población que se generan como consecuencia de la nueva obra.

- Desarrollo: considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo pues su definición ayuda considerablemente en la valoración de los impactos al ambiente.

- Permanencia: este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto (por ejemplo, el impacto producido por las desviaciones de una corriente intermitente puede durar sólo durante el tiempo en que se desarrollan las obras).

- Certidumbre: este criterio hace referencia al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Es común clasificarlo cualitativamente como cierto, probable, improbable y desconocido.

- Reversibilidad: bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial. Muchos impactos pueden ser reversibles si se aplican medidas de mitigación, aunque la inviabilidad de muchos de ellos deriva más que nada del costo que tiene estas medidas.

- Sinergia: el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales. Un ejemplo en un proyecto turístico-hotelero-campo de golf es el impacto sinérgico sobre pantanos o sobre manglares, derivado de los impactos parciales: alteración del acuífero superficial, eliminación de la cubierta vegetal, compactación del suelo, generación de ruido (ahuyenta a la fauna), etc.

- Viabilidad de adoptar medidas de mitigación: dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se puede minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que esto pueda ocurrir.

Por último, cabe destacar que casi todos los criterios los impactos se pueden valorar de manera cualitativa (por ejemplo, mucho, poco, nada), sin embargo, en otros, es posible llegar a una cuantificación de estos.

Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La gama de metodologías de evaluación es muy amplia, algunas de ellas derivan de ejercicios similares que se hacen en los estudios de ordenamiento ecológico del territorio, otras son específicas de los Estudios de Impacto Ambiental.

La disponibilidad de metodologías va desde las más sencillas, en las que se evalúa numéricamente el impacto global que se produce sin analizar los impactos intermedios, hasta aquellas más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se pretende llegar a una visión global de la magnitud del impacto ambiental.

Es recomendable que la metodología que seleccione el profesional o el equipo responsable de la elaboración de los estudios sea justificada considerando principalmente el grado de interacción o complejidad del proyecto o actividad bajo análisis y el nivel de certidumbre que ofrece el modelo seleccionado.

Matriz de cribado ambiental.

La base del sistema de identificación de impactos ambientales lo constituye la matriz de cribado ambiental, en que las columnas son acciones o actividades del proyecto que pueden alterar el medio ambiente, y las filas son los factores ambientales que pueden ser alterados. Con estas entradas de filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

A modo de simplificación, en este proyecto se operó una matriz tipo Leopold reducida, diseñada solo para aquellos factores ambientales y actividades del proyecto que interactúan entre sí, donde los elementos (i, j), fueron calificados de acuerdo con:

Dirección del impacto.

Se hace referencia al sentido del impacto sobre el factor definiéndose como:

INDETERMINADO	Cuando fue posible determinar en qué dirección el factor o recurso es influido por la actividad.
BENÉFICO	Cuando la actividad influye al factor o recurso positivamente.
ADVERSO	Se describe cuando la actividad o proceso altera negativamente al recurso o factor.

Duración del impacto

Se refiere al tiempo en que el recurso o factor recibirá los impactos provocados por la actividad o proceso, definiéndose como:

CORTO PLAZO	Cuando la duración del impacto sobre el factor es menor a un año.
MEDIANO PLAZO	Cuando la duración del impacto sea de 1 a 5 años.
LARGO PLAZO	El impacto durará más de 5 años.
PERMANENTE	Cuando la actividad impacta al factor de manera definitiva o, en un lapso que no es posible definir por la gran extensión de tiempo que implica.

Magnitud del impacto

Se refiere a la cantidad o porcentaje del recurso o factor que es impactado por una actividad, definiéndose como:

BAJA Cuando se calcula o predice que menos del 1% del recurso será afectado.

MEDIA Cuando se calcula o predice que de 1 a 10% del recurso o factor será impactado.

ALTA Cuando se calcula o predice que más del 10% del factor será impactado.

Importancia del impacto.

Se hace referencia a la significancia del impacto sobre el factor.

SIGNIFICATIVO Cuando se presenta significancia sobre el factor.

NO SIGNIFICATIVO Cuando NO se presente significancia sobre el factor.

Valor

Con el fin de evaluar el impacto en los cuatro puntos anteriores, se les asignó los siguientes valores:

Tabla 49. Valores para la evaluación de impactos.

VALORES			
DIRECCIÓN	**DURACIÓN**	**MAGNITUD**	**IMPORTANCIA**
1.- Indeterminado	1.- Corto plazo	1. Baja	1. No significativo
2. Benéfico	2. Mediano plazo	2. Media	2.- Significativo
3. Adverso	3. Largo plazo	3. Alta	
	4. Permanente		

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Es importante considerar que el uso de matrices simples de dos dimensiones, en algunos casos y para algunos factores ambientales, puede ofrecer algunos inconvenientes, especialmente que el formato no permite representar las interacciones sinérgicas que ocurren en el medio, ni tomar en cuenta los efectos indirectos o secundarios que se presentan con frecuencia en los proyectos.

En realidad, ningún elemento ambiental queda sin interacción, sin embargo, algunas de las actividades no evidencian este hecho, razón por lo que los cuadros correspondientes aparecen en blanco.

En una primera etapa, correspondiente a la identificación de los impactos, la matriz se utiliza como lista, señalando con una “X” las interacciones detectadas. Posteriormente esta matriz es utilizada para evaluar los impactos identificados, asignando los valores de dirección, duración, magnitud e importancia, anteriormente descritos.

Una vez identificados y evaluados los impactos, se procede a diferenciar a los clasificados como significativos, adversos, benéficos y aquellos de magnitud/importancia relativa, agrupándolos en otra matriz conocida como matriz de cribado, para después diseñar las medidas de mitigación pertinentes.

A continuación, se presenta la matriz de impactos, diseñada solo para aquellos factores ambientales y actividades del proyecto que interactúan entre sí.

Tabla 50. Matriz de identificación de impactos.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO							
Proyecto "CUS Basalto 2026"							
					PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	FACTORES ABIÓTICOS	AIRE		Polvos/Partículas	X	X	X
				Humos/Gases	X	X	X
				Ruido	X	X	X
		AGUA	Superficial	Escurrimiento	X	X	X
				Calidad			
			Subterráneo	Recarga			
				Calidad			
		SUELO		Relieve		X	
				Uso Actual	X		
				Uso Potencial		X	
				Calidad	X	X	X
	FACTORES BIÓTICOS	FLORA		Cubierta Vegetal	X		X
				Especies Protegidas	X		X
				Especies Interés Especial	X		X
		FAUNA		Fauna Silvestre	X		X
				Especies Protegidas			
				Especies Interés Especial	X		X
	FACTORES SOCIOECONÓMICOS	SERVICIOS		Residuos Sólidos	X	X	X
				Residuos Peligrosos		X	
				Agua Potable	X	X	X
				Alcantarillado			
				Paisaje	X	X	X
				Calidad de Vida	X	X	X
				Gestión Ambiental	X	X	X
				Empleo/Mano de Obra	X	X	X
				Comercio	X	X	X
	RIESGO			Combustibles	X	X	X
				Sustancias Químicas			
				Explosivos		X	

Tabla 51. Matriz de valoración de impactos.

C **VALORES CUALITATIVOS SIMBOLOGÍA** DIRECCIÓN 1.0 INDETERMINADO 2.0 BENÉFICO 3.0 ADVERSO MAGNITUD 1.0 BAJA 2.0 MEDIA 3.0 ALTA DURACIÓN DEL IMPACTO 1.0 CORTO PLAZO 2.0 MEDIANO PLAZO 3.0 LARGO PLAZO 4.0 PERMANENTE IMPORTANCIA 1.0 NO SIGNIFICATIVA 2.0 SIGNIFICATIVA				PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		ABANDONO	
FACTORES SUSCEPTIBLES DE IMPACTO AMBIENTAL	**FACTORES ABIÓTICOS**	**AIRE**	Polvos/Partículas	3	2	3	3	3	1
				1	1	2	2	1	1
			Humos/Gases	3	2	3	3	3	1
				1	1	1	1	1	1
			Ruido	3	2	3	3	3	1
				1	1	1	1	1	1
		AGUA **Superficial**	Escurrimiento	3	2	3	3	1	3
				1	1	1	1	1	1
			Calidad						
		Subterráneo	Recarga						
			Calidad						
		SUELO	Relieve			3	4		
						2	3		
			Uso Actual	3	4				
				2	3				
			Uso Potencial			3	4		
						2	3		
			Calidad	3	1	3	4	1	3
				2	3	2	3	2	3
	FACTORES BIÓTICOS	**FLORA**	Cubierta Vegetal	3	3			1	3
				1	3			1	3
			Especies Protegidas	3	1			1	3
				1	2			1	2
			Especies Interés Especial	3	3			1	3
				1	2			1	2
		FAUNA	Fauna Silvestre	3	1			1	3
				1	3			1	2
			Especies Protegidas						
			Especies Interés Especial	3	1			1	3
				1	1			1	1
	F A			3	1	3	3	3	1

		SERVICIOS	Residuos Sólidos	1	1	1	1	1	1
			Residuos Peligrosos			3	3		
						1	2		
			Agua Potable	3	1	3	3	3	1
				1	1	1	2	1	1
			Alcantarillado						
			Paisaje	3	2	3	3	1	3
				1	2	2	3	2	2
			Calidad de Vida	2	2	2	3	2	1
				1	1	1	1	1	1
			Gestión Ambiental	2	2	2	3	2	1
				1	1	2	1	2	1
			Empleo/Mano de Obra	2	2	2	3	2	1
				1	1	2	2	1	1
			Comercio	2	2	2	3	2	1
				1	1	2	2	1	1
		RIESGO	Combustibles	3	2	3	3	3	1
				1	1	1	1	1	1
			Sustancias Químicas						
			Explosivos			3	3		
						2	2		

	INTERRELACIÓN
INTERACCIONES	
No. de interacciones	54
Abióticos	18
Bióticos	10
Socioeconómicos	22
Riesgo	4

DIRECCIÓN	
Indeterminado	8
Benéfico	12
Adverso	34

DURACIÓN	INTERMEDIO	BENÉFICO	ADVERSO	TOTAL
Corto plazo		4	12	16
Mediano plazo		4	6	10
Largo plazo	8	4	12	24
Permanente			4	4

IMPORTANCIA	INTERMEDIO	BENÉFICO	ADVERSO	TOTAL
No significativo	6	8	26	40
Significativo	2	4	8	14

MAGNITUD	INTERMEDIO	BENÉFICO	ADVERSO	TOTAL
Baja	2	10	19	31
Media	4	2	7	13
Alta	2		8	10

IV.1.2. Identificación de las afectaciones al sistema ambiental

El sistema ambiental se ha separado para fines de análisis en cuatro conjuntos principales de factores ambientales: abióticos, bióticos, socioeconómicos y riesgos. A continuación, se hace un análisis de la interacción e impacto esperado entre las acciones del proyecto de ampliación y los factores ambientales.

FACTORES ABIÓTICOS

Aire

Etapa de preparación del sitio:

- Emisión de partículas de polvos por la circulación de vehículos y maquinaria y el manejo de suelos en la actividad de desmonte y despalme.

El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, se propone que el desmonte se realice en un lapso paulatino de cinco años por lo que se considera a mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

- Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y circulación de vehículos.

El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de los gases y humos, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de magnitud baja y no significativo.

- Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.

El impacto será en área abierto con facilidad de dispersión del ruido, por lo que se considera un impacto adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción y operación

- Generación de emisiones de partículas por el uso de la maquinaria para la extracción de materiales, el manejo de materiales, erosión eólica y voladuras.

Como factor favorable a la disipación de los efectos a la atmósfera se encuentra el hecho de que las actividades se realizarán en zonas despobladas y de que la porción sedimentable de partículas de polvo quedará reincorporada al suelo.

- El impacto se cataloga como adverso, de largo plazo, significativo y de magnitud media.

Generación de emisiones de gases de combustión por el uso de la maquinaria para la extracción y movimiento de materiales.

- Como factor favorable a la disipación de los efectos a la atmósfera se encuentra el hecho de que las actividades se realizarán en zonas despobladas.

El impacto se cataloga como adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

- Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.

El ruido tendrá impactos sobre la fauna silvestre, aunque la misma se prevé se aleje del sitio precisamente por el ruido, es de mencionar que el ruido pudiera ser un obstáculo para el desplazamiento de la fauna dentro del sitio de explotación.

El impacto se cataloga como adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

Etapa de abandono y restitución

- Generación de polvo fugitivos por el acarreo de material fértil y movimiento de maquinaria.

El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

- Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y circulación de vehículos.

El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

- Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.

El impacto será en área abierta con facilidad de dispersión de las partículas, por lo que se considera un impacto adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Agua superficial

Etapa de preparación del sitio.

- Se tendrá baja incidencia sobre escorrentías en época de lluvias, sin afectación a la calidad de dichas escorrentías.

El impacto es adverso, de mediano plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de operación y mantenimiento.

- Se tendrá baja incidencia sobre escorrentías en época de lluvias, sin afectación a la calidad de dichas escorrentías.

El impacto es adverso, de largo plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de abandono y restitución

- Las aguas pluviales serán captadas por la practicas de conservación de suelo que se harán al momento de la restauración del sitio.

Por lo anterior el impacto se considera indeterminado, de largo plazo, de magnitud media y no significativo, ya que estas actividades de remediación del sitio permitirán que el sitio mantenga su capacidad de captación de agua y se disminuya la erosión.

Suelos

Etapa de preparación del sitio

- En el despalme y descapote se tendrá cambio de las características físicas del cielo al alterar sus condiciones naturales, afectando la capa superficial, así como el uso actual del suelo.

Por lo anterior el impacto es adverso, permanente, de magnitud media y significativo, en el aspecto de calidad del suelo.

Etapa de construcción y operación

- La extracción de basalto ocasionará que cambie las características de relieve del sitio.

El impacto es adverso, permanente, de magnitud alta y significativo.

- La extracción del material ocasionará cambios en la calidad del suelo.

El impacto es adverso, de largo plazo, de magnitud alta y significativo.

- En relación con uso potencial de suelo se pasará de un uso de agostadero con baja capacidad de carga, hacia un uso minero para la obtención de basalto.

El impacto es adverso, de largo plazo, de magnitud media y significativo.

Etapa de abandono y restitución

- La rehabilitación del sitio (16-45-60 hectáreas) consistirá en reforestación con vegetación nativa, por lo que el uso del suelo retornará nuevamente a forestal.

Por lo anterior el uso tendrá un impacto inte, de largo plazo, significativo y de magnitud media.

RECURSOS BIÓTICOS

Flora

Etapa de preparación del sitio

- Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal, misma que requerirá de acciones de reincorporación al suelo.

El impacto respecto a la cobertura vegetal se considera adverso, de largo plazo, magnitud media y no significativo, ya que el área del proyecto se encuentra en el tipo de vegetación de pastizal cultivado, que se encuentra ampliamente en el área de la microcuenca y es un tipo de vegetación que fue alterado.

- Dentro de la vegetación a desmontar se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies arbóreas y cactáceas que tengan características óptimas para su rescate serán rescatadas, se propone recuperar los individuos que no sean aptos para rescate, por su raíces y altura, con especies de vivero con la capacidad de recuperar el carbono almacenado de los individuos que serán removidos, con excepción de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se proponen realizar la reforestación en un 100%.

El impacto respecto a especies de interés y de especies protegidas se considera adverso, de largo plazo (ya que posteriormente se tendrá la restauración del sitio), de magnitud baja y no significativo, ya que el pastizal cultivado se encuentra ampliamente en el sitio.

Etapa de construcción y operación

Sin interacción dado que la vegetación ya fue removida en la etapa anterior.

Etapa de abandono y restitución

- Al llegar a esta fase del proyecto las especies rescatadas serán utilizadas en la rehabilitación del sitio (16-45-60 hectáreas), que consistirá en reforestación

conjunta con especies nativas, por lo cual la cobertura vegetal retornará al sitio al terminar la explotación de la cantera basalto.

Por lo anterior, la cubierta vegetal y las especies de interés tendrán un impacto benéfico, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

Fauna

Etapa de preparación del sitio y construcción del sitio

- Los trabajos de desmonte alterarán el hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal.

El impacto respecto a la fauna (por alteración del hábitat) se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Considerando que la fauna puede desplazarse y que puede ser sujeta a un programa de rescate, el impacto respecto a la fauna en protección (por alteración del hábitat) se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo (por su distribución en la zona). Mismas características se consideran para especies de interés.

Etapa de operación y mantenimiento.

Sin alteración ya que al no existir hábitat aunado al ruido de la maquinaria hace que la presencia de fauna sea remota.

Etapa de abandono y restitución

- El restablecimiento del sitio (16-45-60 hectáreas) con vegetación nativa permitirá que la fauna encuentre nuevamente un hábitat para su desarrollo.

El impacto respecto a la fauna (por nuevo hábitat) se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y significativo.

El impacto respecto a la fauna de interés especial (por nuevo hábitat) se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y significativo (por el tipo de especies).

FACTORES SOCIOECONÓMICOS

ASPECTOS SOCIALES

Uso de servicios

Etapa de preparación del sitio

- Se generarán residuos de vegetación provenientes del desmonte del terreno. El producto del desmonte se triturará y será depositado en un área adyacente al proyecto, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio o sea reincorporado al suelo en las áreas circundantes al proyecto en las cuales se realizará el replante de las especies a rescatar.

Asimismo, producto de la limpieza (despalme), mismo que será almacenado temporalmente, juntamente con el material de desmonte, para su posterior uso en la restauración del sitio.

Por lo anterior no se requiere de presentación de servicios para el manejo de este tipo de residuos.

Residuos sólidos

- Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán por el personal que laborará en el proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados por los cuales serán colocados al menos dos veces por semana para su disposición final.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos domésticos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Residuos Peligrosos.

La preparación del sitio será de corto tiempo, por lo que no habrá mantenimiento o reparación de maquinaria y por ende no habrá generación de residuos peligrosos.

Suministro de agua

- Se requerirá agua potable para consumo y servicio de los trabajadores, que será del tipo agua purificada y de pozo de ranchos cercanos.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos domésticos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Aguas residuales

- En esta etapa la generación de aguas residuales será de servicios sanitarios del personal, no será necesario la instalación de letrinas portátiles ya que se cuenta con sanitarios cerca del área del proyecto.

El uso de sanitarios por el personal el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud baja.

Etapa de construcción y operación

Residuos sólidos

- Se generan residuos del tipo domésticos por el personal que laborará en esta fase del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío a sitio de disposición final autorizado.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos domésticos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud baja.

Residuos Peligrosos

- Se generará aceite usado del mantenimiento de maquinaria y equipo. Este residuo será enviado a reciclaje en empresa autorizada.

Todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos serán dispuestos en contenedores y enviados a empresa autorizada.

- Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos peligrosos el impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud media.

Suministro de agua

- Se requerirá agua potable para consumo y servicio de los trabajadores, que será del tipo agua purificada y de pozo de ranchos cercanos. Se requerirá de suministro de agua para el riego de vialidades para el control de polvos, la cual será suministrada de pozo de ranchos cercanos.

El impacto se considera adverso, de largo plazo, no significativo y de magnitud media.

Aguas residuales

- En esta etapa la generación de aguas residuales será de servicios sanitarios del personal, no será necesario la instalación de letrinas portátiles ya que se cuenta con sanitarios cerca del área del proyecto.

El impacto por el uso de sanitarios por el personal se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud media.

Etapa de abandono y restitución

Residuos sólidos

- Se generarán residuos domésticos por el personal que laborará en esta fase del proyecto. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su envío al sitio de disposición final autorizado.

Por el requerimiento de servicios de manejo de residuos domésticos el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Residuos Peligrosos

La etapa restauración del sitio se realizará en corto tiempo, por lo que se prevé que no habrá mantenimiento ni reparación de maquinaria y por lo tanto no habrá generación de residuos peligrosos.

Suministro de agua

- Se requerirá agua potable para consumo de los trabajadores que será del tipo agua purificada. Para el servicio al personal el agua será abastecida por pipa desde pozo de ranchos cercanos.

Por el requerimiento de servicios de abastecimiento de agua el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de baja magnitud.

Aguas residuales

- En esta etapa la generación de aguas residuales será de servicios sanitarios del personal, no será necesario la instalación de letrinas portátiles ya que se cuenta con sanitarios cerca del área del proyecto.

El uso de sanitarios por el personal el impacto se considera adverso, de corto plazo, no significativo y de magnitud baja.

Paisaje

Etapa de preparación del sitio

- Se trata de una zona que conserva características naturales en composición, tiene valor estético de nivel bajo, por lo cual no lo determina como una zona privilegiada o única visualmente.

El impacto ambiental se considera adverso, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción y operación

- Modificación del entorno paisajístico por la ampliación de la cantera basalto.

El impacto ambiental se considera adverso, de largo plazo de magnitud media y significativo.

Etapa de abandono y restitución

- Se tendrá, en su medida, la recuperación del paisaje al aplicarse las acciones de rehabilitación de áreas, al reforestar con pastos nativos.

El impacto ambiental se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud baja y significativo.

Calidad de vida

Etapa de preparación del sitio

- Este aspecto es afectado por acciones de generación de polvos, residuos y residuos sanitarios, así como la pérdida de la cobertura vegetal.

El impacto ambiental se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción y operación

- Este aspecto es afectado por acciones de generación de polvos, residuos sanitarios y generación de residuos peligrosos y no peligrosos.

El impacto se considera adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de abandono y restitución

- Este aspecto es afectado por acciones de generación de polvos, residuos sanitarios y generación de residuos no peligrosos.

El impacto ambiental se considera adverso, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Gestión ambiental

- Un impacto benéfico importante que se tendrá en el aspecto de gestión ambiental es el de concientización de los trabajadores en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad, con impacto sinérgico hacia sus actividades cotidianas.

Ya en la etapa de operación se prevé se tenga un mayor impacto positivo en este rubro dado el número de personas a ocupar.

- Para la preparación del sitio el impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Para la construcción y operación el impacto se considera benéfico, de largo plazo de magnitud media y no significativo.

ASPECTOS ECONÓMICOS

Empleo

Etapa de preparación del sitio

- Generación de empleos temporales para las distintas actividades de la preparación del sitio.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Etapa de construcción y operación

- Generación de empleos para las distintas actividades de la operación del minado.

El impacto se considera benéfico, de largo plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de abandono y restitución

- Generación de empleos temporales para las distintas actividades de la preparación del sitio.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de baja magnitud y no significativo.

Comercio y Servicios

Etapa de preparación del sitio

- Entre los impactos positivos debe citarse en el efecto sobre la actividad económica de comercio y servicios que se requieren para la ejecución de los trabajos de preparación del sitio, beneficiándose prestadores de servicios del ámbito regional.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de construcción y operación

- Las principales actividades demandantes de comercio son las que requieren de la maquinaria, servicios y mano de obra para la operación de la mina y los servicios profesionales colaterales que implica su ejecución.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud media y no significativo.

Etapa de abandono y restitución

- Actividad económica de comercio y servicios que se requieren para la ejecución de los trabajos de restitución del sitio, beneficiándose prestadores de servicios del ámbito regional.

El impacto se considera benéfico, de corto plazo, de magnitud baja y no significativo.

FACTORES DE RIESGO

Etapa de preparación del sitio

Sin interacción.

Etapa de construcción y operación

- Riesgo por el manejo de combustibles de la maquinaria a utilizar en las actividades de operación y mantenimiento.

El impacto se considera adverso, de largo plazo, de magnitud baja y no significativo.

Etapa de abandono y restitución

Sin interacción.

CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Una vez identificados los impactos, se procede a caracterizarlo, considerando entre otros elementos las estimaciones cualitativas o cuantitativas que se realizaron con anterioridad.

Los impactos ambientales que generarán las acciones del proyecto sobre los factores del medio ambiente se muestran en la matriz de Leopold, adecuada a las características del ámbito natural, biótico, abióticos, socioeconómicos y riesgos. En ella se señalan las interacciones correspondientes a las etapas de preparación del sitio, construcción - operación y abandono.

Dentro de la matriz se contemplan 54 interrelaciones, de las cuales 34 corresponden a impactos adversos, 12 benéficos y 8 intermedios.



Figura 36. Porcentaje de las interacciones.

En cuanto a interacciones por factores se tiene que el 47% corresponden a factores socioeconómicos, 31% a factores abióticos, 20% a factores bióticos y 2% a factores de riesgo.



Figura 37. Porcentaje de las interacciones por factor.

En cuanto duración, 16 interacciones corresponden a corto plazo, 4 benéficos y 12 adversos, 10 interacciones a mediano plazo de los cuales 4 son benéficos y 6 adversos, 24 a largo plazo, 8 intermedio, 4 benéficos y 12 adversos y 4 permanentes y corresponden a una interacción adversa.

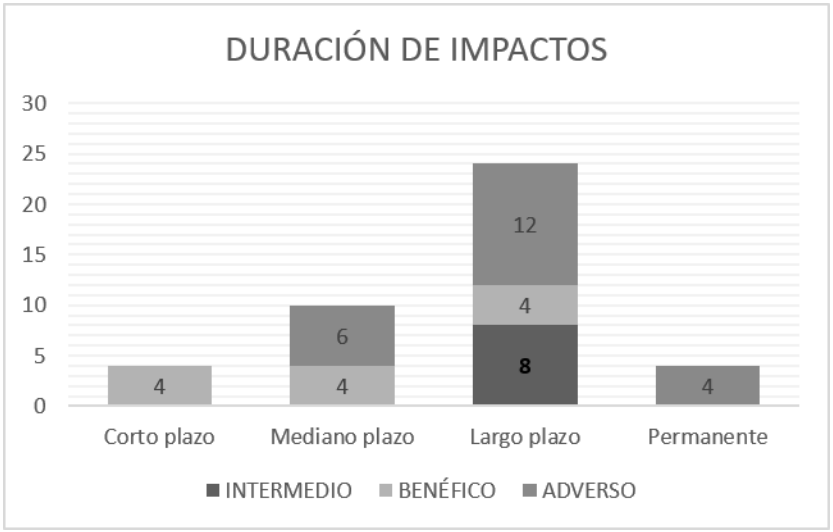


Figura 38. Duración de impactos.

En cuanto a la IMPORTANCIA del impacto se tiene que las 40 interacciones de los impactos son no significativas y los 14 restantes son significativos.

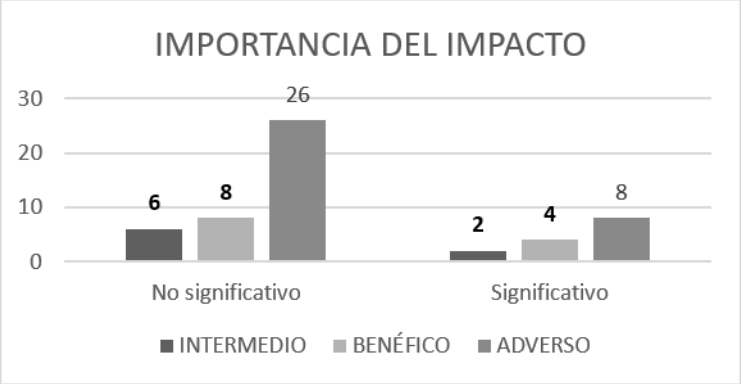


Figura 39. Importancia del impacto.

En cuanto a la MAGNITUD del impacto se tiene que las 31 interacciones, 2 corresponden a una magnitud baja, 10 a benéficos y 19 adversos. 13 interacciones de una magnitud media, 4 corresponden a dirección intermedia, 2 benéficos y 7 adversos y 10 interacciones de magnitud alta, 2 de benéficos y 8 adversos.

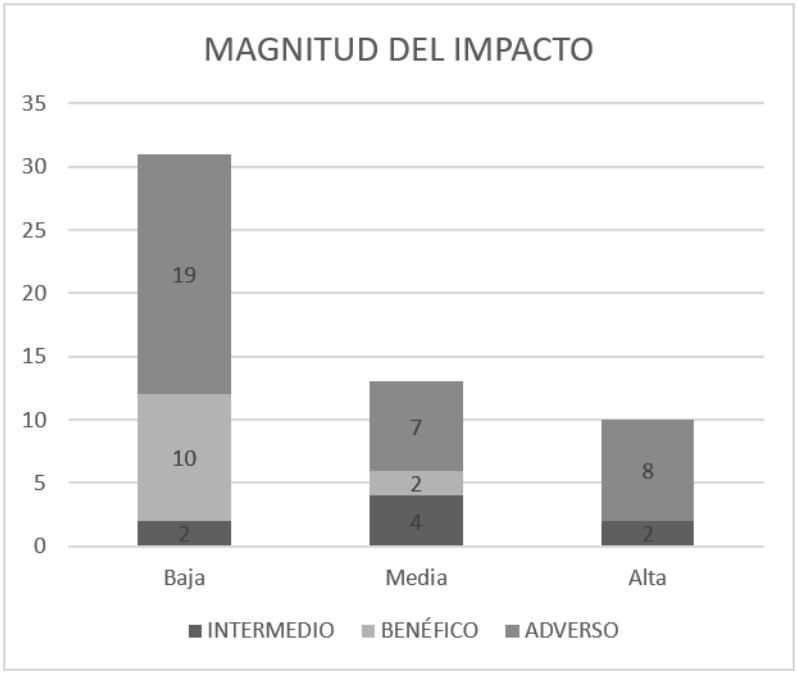


Figura 40. Impacto por magnitud.

IV.1.3. Evaluación de los impactos

Como resultado de la evaluación realizada en el apartado anterior se resalta las interacciones que por su duración y magnitud requieren especial atención para establecer medidas de mitigación (para los impactos adversos) o de reseñar los que sean benéficos, a fin de tener una adecuada evaluación sobre los daños ambientales y los beneficios del

proyecto. Lo anterior sin descuidar los demás impactos para los cuales se contemplan también medidas de mitigación.

En la siguiente tabla se muestran los principales impactos adversos que pudiera estar presente en el desarrollo del proyecto.

Tabla 52. Principales impactos adversos.

PLAZO	MAGNITUD		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Permanente	Pérdida del relieve de la zona al irse desarrollando el tajo verticalmente.		
	El uso actual y uso potencial del área del proyecto será modificado por el cambio uso de suelo, de pastizal cultivado a área para minería		
	La calidad del suelo se verá afectado de forma permanente por la extracción de material.		
Largo		En la operación generación de emisiones de partículas por el uso de la maquinaria en la extracción de materiales, su manejo, erosión eólica y voladura.	Emisión de ruido, humos y gases de combustión en la etapa de operación.
		La extracción del material ocasionará cambios en la calidad del suelo.	El escurrimiento será afectado durante la etapa de operación.
		Pérdida de la cubierta vegetal desde la etapa de preparación del sitio.	Se generará aceite usado del mantenimiento de maquinaria y equipo. El mantenimiento será fuera del área del proyecto.
		En la operación requerimiento de servicios de suministro de agua y disposición de residuos peligrosos.	
		En la operación requerimiento de servicios de disposición de agua residuales y disposición de residuos sólidos.	
		Alteración del paisaje natural durante la operación del proyecto.	

Corto		En el despalme y descapote se tendrá cambio de las características físicas de suelo al alterar sus condiciones naturales.	Emisión de polvos, gases de combustión interna y ruido en las etapas de preparación del sitio y rehabilitación.
		En la etapa de inicio de actividades será necesario la remoción de la vegetación, sin embargo, se llevará a cabo un programa de rescate y reforestación.	Interferencia con escurrimientos naturales en época de lluvias.
			Los trabajos de desmonte alterarán el hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal.
			Especies interés especial fauna
			El inicio y conclusión del proyecto requerimiento de servicios de disposición de agua residuales y disposición de residuos sólidos.
			Es necesario el agua potable para los trabajadores durante todo el proyecto.
			Generación de residuos no peligrosos y aguas residuales en las etapas de preparación del sitio y rehabilitación.
			Modificación del entorno paisajístico por acciones de desmonte y limpia de terreno.

Tabla 53. Principales impactos benéficos.

PLAZO	MAGNITUD		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Largo		El uso de suelo pasará de agostadero con baja capacidad de carga, a uso minero para la obtención de mineral de basalto.	
		Recuperación de la cubierta vegetal como resultado de acciones de restauración.	
		Recuperación del hábitat de la fauna silvestre como resultado y acciones de restauración	
		El desarrollo del proyecto pretende mejorar la calidad de vida de los empleados y de la región por los empleos generados y los que se mantendrá.	
		En la operación, aumento en la gestión ambiental, al concientizar a los trabajadores en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad.	

PLAZO	MAGNITUD		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Mediano		Generación de empleos para las distintas actividades de la operación del proyecto en la etapa de operación.	
		Demanda de comercio por la maquinaria, servicios y mano de obra para la operación de la cantera basalto y los servicios profesionales colaterales que implica su ejecución.	
		Los sedimentos producidos por los escurrimientos de las aguas pluviales serán captados y retenidos por la berma que se construirá alrededor del avance del proyecto, además de que disminuirá la velocidad de los escurrimientos.	
Corto			Al inicio y conclusión del proyecto, aumento en la gestión ambiental, al concientizar a los trabajadores en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad.
			Generación de empleos para las distintas actividades de la operación del proyecto en las etapas de preparación del sitio y conclusión.
			Demanda de comercio por la maquinaria, servicios y mano de obra para la operación de la mina y los servicios profesionales colaterales que implica su ejecución.

IV.2. Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración

IV.2.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se consideran como recursos forestales a la vegetación, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales.

Durante la realización del proyecto, las actividades pueden afectar los recursos mencionados anteriormente si no se toman las medidas pertinentes. Además de la afectación directa por las actividades sobre el suelo y la flora, la generación de residuos

puede causar contaminación del suelo del sitio del proyecto o áreas aledañas, en igual sentido la generación de aguas residuales o emisiones a la atmósfera pueden tener efectos sobre la flora del lugar, o la generación del ruido sobre la fauna. Asimismo, factores como generación de empleos y contratación de servicios causan impactos favorables sobre el valor comercial del sitio. Por lo anterior en este capítulo se describen los impactos negativos y positivos identificados, así como las medidas de prevención y mitigación aplicadas sobre los impactos negativos. También se describe la metodología aplicada para la determinación de las medidas de mitigación.

Los recursos forestales, flora y fauna forman parte de un todo de factores ambientales que están interrelacionados, por lo cual la evaluación de impactos se efectuó para cada uno de los factores ambientales. Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, para cada uno de ellos se establecen las medidas correctivas o de mitigación que a continuación se mencionan, así como la duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación a aplicar. Las medidas se agrupan por componente ambiental:

Tabla 54. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

1. AIRE		
Preparación del Sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Emisión de partículas de polvos por la circulación de vehículos y maquinaria y el manejo de suelos en la actividad de desmonte y despalme.	1.1	Minimizar la emisión de polvos generados por el manejo de maquinaria y vehículos, humectando las áreas del suelo en las que se esté laborando, con riegos, con agua de calidad no potable.
	1.2	Efectuar restricciones de velocidad de los vehículos.
Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y circulación de vehículos	1.3	Para las emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos automotores, todos ellos deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.	1.4	La maquinaria y equipo debe cumplir con la norma oficial NOM-080-STPS-1993 que establece los periodos de exposición frente al ruido por parte de los trabajadores de la obra.
	1.5	Se debe proporcionar e inducir el uso de protectores auditivos para el personal expuesto al ruido.
Construcción y Operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Generación de polvos fugitivos por el acarreo de materiales y voladuras.	1.6	Minimizar la emisión de polvos generados por el manejo de maquinaria y vehículos, humectando las áreas del suelo en las que se esté laborando, con riegos, con agua de calidad no potable.
	1.7	Efectuar restricciones de velocidad de los vehículos.
	1.8	Cubrir con lonas los vehículos de transporte de material.
Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y circulación de vehículos	1.9	Para las emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos automotores, todos ellos deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, por lo que se le dará una revisión semanal a fin de evitar mal funcionamiento y fugas en los mismos.
Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el suelo de maquinaria y equipo	1.10	La maquinaria y equipo debe cumplir con la norma oficial NOM-080-STPS-1993 Que establece los períodos de exposición frente al ruido por parte de los trabajadores de la obra.
	1.11	Se debe proporcionar e inducir el uso de protectores auditivos para el personal expuesto al ruido.
Abandono del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Generación de polvos fugitivos por el movimiento de maquinaria para el movimiento y acomodo del material estéril, suelo fértil almacenado y para la restauración del sitio con vegetación nativa.	1.12	Minimizar la emisión de polvos generados por el manejo de maquinaria y vehículos, humectando las áreas del suelo en las que se esté laborando, con riegos, con agua de calidad no potable.
	1.13	Efectuar restricciones de velocidad de vehículos.
		Cubrir con lonas los vehículos de transporte de material.
Emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y circulación de vehículos	1.14	Para las emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos automotores, todos ellos deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones

		de fabricante, por lo que se le dará una revisión semanal a fin de evitar mal funcionamiento y fugas en las mismas
Emisión de ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.	1.15	La maquinaria y equipo debe cumplir con la norma oficial NOM-080-STPS-1993 Que establece los periodos de exposición frente al ruido por parte de los trabajadores de la obra.
	1.16	Se debe proporcionar e inducir el uso de protectores auditivos para el personal expuesto al ruido.
2.- AGUA		
Preparación del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Durante la preparación del sitio se requerirá agua para prevenir la emisión de polvos, así como agua potable para consumo de los trabajadores.	2.1	Solo se hará riegos ocasionales cuando así se requiera.
	2.2	El consumo de agua potable para los trabajadores será de agua purificada.
	2.3	Se deberá optimizar el uso del agua, ya que es un recurso escaso y lejanos al sitio.
Generación de aguas residuales sanitarias.	2.4	Cerca del área del proyecto se encuentra el servicio de sanitarios por lo que no es necesaria la instalación de letrinas portátiles.
Incidencia sobre escorrentías	2.5	Las obras de desmonte y despalme deberán respetar las características de los patrones naturales de escurrimiento.
	2.6	Se propone que el desmonte se haga de forma paulatina conforme el proyecto avance para evitar el aumento de escorrentías.
Construcción y Operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Durante la operación se requerirá agua para riego de control de polvos en el acarreo de materiales, así como agua potable para consumo de los trabajadores.	2.7	Solo se hará riegos ocasionales cuando así se requiera.
	2.8	El consumo de agua potable para los trabajadores será de agua purificada.
	2.9	Se deberá optimizar el uso del agua, ya que es un recurso escaso y lejano al sitio.
Generación de aguas residuales sanitarias.	2.10	Cerca del área del proyecto se encuentra el servicio de sanitarios por lo que no es necesaria la instalación de letrinas portátiles.
Disminución de la captación del agua por la deforestación del área.	2.11	Canalizar los escurrimientos pluviales hacia las áreas de drenaje natural (arroyo), manteniendo el patrón de escurrimientos de la zona.
	2.12	Se tendrá el cuidado de no dañar la vegetación de las áreas aledañas al área de la cantera basalto, para favorecer la captación del agua en la zona.
	2.13	Se desarrollará una berma de contención la cual tendrá la capacidad de retener el agua por precipitación.
	2.14	El desmonte se realizará de forma paulatina conforme el proyecto avance para evitar la disminución de captación de agua debido a la deforestación.
Abandono		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Aprovechamiento de aguas pluviales.	2.15	Captar las aguas pluviales mediante obras para la restauración del suelo.
3. SUELO		

Preparación del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
En el despalme y descapote se tendrán cambios en las características físicas del suelo al alterar sus condiciones naturales	3.1	En el área del proyecto se encuentra elementos gruesos y la presencia de suelo fértil es nula o muy baja por lo que no es posible extracción de suelo fértil. Alrededor del proyecto se desarrollará una berma la cual tendrá la capacidad de evitar la erosión del suelo por el desmonte.
	3.2	El desmonte se realizará de forma paulatina conforme el proyecto avance para evitar el aumento de erosión de suelo.
El manejo de los residuos generados puede afectar el suelo.	3.3	Instalar contenedores metálicos para almacenamiento en forma separada los diferentes tipos de residuos, los contenedores deberán tener cierre hermético y letreros que indiquen su contenido. En las diferentes áreas de trabajo se deberá contar con recipientes para la recolección y separación de los residuos.
Construcción y operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
En la actividad de extracción de basalto se generará material estéril.	3.4	Efectuar la disposición de material estéril en los sitios asignados para tal fin (tepetateras o vaciadores), el cual se ubica en el límite del tajo.
El manejo de los residuos generados puede afectar el suelo.	3.5	Instalar contenedores metálicos para almacenar en forma y separar los diferentes tipos de residuos, los contenedores deberán tener cierre hermético y letreros que indiquen su contenido. En las diferentes áreas de trabajo se debe contar con recipientes para la recolección y separación de los residuos.
El suelo desnudo del área de minado estará sujeto a erosión hídrica.	3.5	Efectuar recolección de residuos sólidos de manera frecuente.
	3.6	Almacenar temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplan con la normatividad y efectuar su disposición en sitios autorizados por la SEMARNAT.
	3.7	Queda prohibido la disposición de los residuos en los cauces de los arroyos.
	3.8	La construcción de la berma en el área del proyecto evitará erosión hídrica ya que será capaz de almacenar el agua por precipitación.
	3.9	El desmonte se realizará de forma paulatina conforme el proyecto avance para evitar el aumento de erosión de hídrica.
Abandono del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
El área requiere de rehabilitación.	3.10	Al operar el programa de rehabilitación de las áreas afectadas, por la falta de suelo fértil no será posible la reincorporación de este, sin embargo, se llevará a cabo un programa de reforestación con especies nativas.
4. VEGETACIÓN		
Preparación del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Los trabajos de desmonte removerán la cubierta vegetal.	4.1	No iniciar actividades hasta que se cuente con autorización de la SEMARNAT para el cambio de uso de suelo de terreno forestales.

	4.2	Operar programa de rescate, principalmente para las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies arbóreas y cactáceas que suele ser de lento crecimiento en comparación de las herbáceas y arbustivas.
	4.3	Señalar previamente la superficie a utilizar en el proyecto 16-45-60 una superficie mayor de la debida.
	4.4	Las especies rescatadas se ubicarán en áreas aledañas al proyecto.
	4.5	A todo aquel material vegetal que sea removido se le dará un manejo adecuado, debiendo seccionarse, picarse y depositarse en las áreas de almacenamiento temporal de suelo fértil, ubicados en el extremo noreste del área del tajo, a efecto de ser utilizado posteriormente en las actividades de restauración del sitio.
	4.6	El desmonte se realizará de forma paulatina conforme el proyecto avance esto ayudará a postergar los impactos negativos de la remoción de vegetación y disminuir el tiempo que este desprovisto el suelo.
	4.7	Se impartirá un curso de capacitación al personal que laborará en el proyecto, levantando una minuta a fin de dar a conocer las condiciones bajo las que se laborará, tales como:
	A	No se permitirá acumular residuos de origen vegetal o cualquier otro, fuera o dentro de los límites de las áreas de almacenamiento temporal, salvo en casos de emergencia y por periodos muy breves.
	B	Queda estrictamente prohibido colectar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de proyecto.
	C	En caso de encontrarse especies bajo estatus de protección en las áreas donde se ejecutarán las obras, estas serán reubicadas al vivero de la empresa.
Construcción y operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Mantenimiento de especies rescatadas	4.8	Operar programa de mantenimiento y seguimiento de especies rescatadas.
	4.9	Queda estrictamente prohibido colectar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de proyecto.
Abandono del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Rehabilitación de áreas	4.10	Operar programa de rehabilitación del área, el cual incluya la reforestación con replante de los individuos rescatados y suelo de vegetación nativa.
	4.11	Operar el programa de compensación que determine la autoridad en la materia de autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para recuperar servicios ambientales.
FAUNA		
Preparación del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**

Los trabajos de desmonte y despalme alterarán el hábitat de la fauna por la remoción de la cubierta vegetal.	5.1	Previo a las actividades de desmonte se deberá seguir con las especificaciones establecidas en el programa de rescate de fauna silvestre consistente a ahuyentar a la fauna silvestre existente con el propósito de no incurrir en la eliminación de ejemplares de fauna silvestre.
	5.2	Realizar los trabajos de desmonte y despalme en forma gradual, con el objetivo de permitir la salida de la fauna silvestre permitiendo su reacomodo gradual en otras zonas.
	5.3	Implementar el programa de manejo que considere medidas para el rescate, conservación y protección de todas las especies faunísticas, nidos y madrigueras que fueron observadas en el área del proyecto. Los ejemplares rescatados y/o reubicados se registrarán en el Formato A Control de ejemplares rescatados.
	5.4	En el muestreo no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se llevará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; en caso de encontrarse algún ejemplar de los listados en esa norma se deberá proceder a su rescate y reubicación en un sitio de características similares al del origen, previo acuerdo con la autoridad ambiental.
	5.5	Se impartirá un curso de capacitación al personal que laborará en el proyecto, levantando una minuta, a fin de dar a conocer las condiciones bajo las que se laborará tales como:
	A	Queda estrictamente prohibido la caza, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre, así como realizar actividades de desmonte y aprovechamiento forestal en las zonas de anidación, refugio y alimentación de especies faunísticas en las cuales no se hayan realizado labores de rescate.
Construcción y Operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Especies pueden sufrir daño en la operación	5.6	Queda estrictamente prohibido: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre, así como realizar actividades de desmonte y aprovechamiento forestal en las zonas de anidación, refugio y alimentación de especies faunísticas en las cuales no se hayan realizado labores de rescate.
Abandono del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Reintegración de especies	5.7	Aplicar el programa de rehabilitación de las áreas en el cual se contemple proporcionar facilidad para el retorno de la fauna al sitio.
6. SOCIOECONÓMICO		
Preparación del sitio		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Requerimiento de servicio disposición final de residuos sólidos que genere el personal.	6.1	Instalar contenedores metálicos para almacenar en forma separada los diferentes tipos de residuos, los contenedores deberán tener cierre hermético y letreros que indiquen su contenido. En las diferentes áreas de trabajo que deben contar con recipientes para la recolección y separación de los residuos.

	6.2	Efectuar la recolección de residuos sólidos de manera frecuente.
Prevenir generación de residuos provenientes del mantenimiento de maquinaria y equipo en las áreas de trabajo.	6.3	Prohibir se realicen en los sitios de preparación los servicios a la maquinaria y equipo.
Construcción y Operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Requerimiento de servicio disposición final de residuos sólidos que genera el personal.	6.4	Efectuar la recolección de residuos sólidos de manera frecuente.
Requerimiento de servicios de disposición final autorizada de residuos peligrosos que se generan en la operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.	6.5	Efectuar disposición final de residuos peligrosos en sitios autorizados por la SEMARNAT.
Prevenir generación de residuos provenientes del mantenimiento de maquinaria y equipo en las áreas de trabajo.	6.6	Prohibir se realice el mantenimiento de maquinaria y equipo en el área del proyecto.
Abandono		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Requerimiento de servicio disposición final de residuos sólidos que se generen en el desmantelamiento de la infraestructura.	6.7	Efectuar la recolección de residuos sólidos de manera frecuente.
7. RIESGO		
Construcción y Operación		**Medidas de prevención, mitigación , compensación y restauración**
Riesgos por el manejo de combustibles de la maquinaria a utilizar en las actividades del proyecto.	7.1	Contar con programa de manejo de combustibles.
8. GENERALES		
Personal especializado	8.1	Se deberá contar en el sitio con personal especializado con el conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal, cuyas funciones serán dar el seguimiento, vigilancia y atención de todas las actividades desde el punto de vista ambiental.
Informes a la autoridad	8.2	Presentar en tiempo y forma los reportes e informes que establezca la autoridad.
Prevención de contingencias	8.3	Contar con un programa de prevención y control de contingencia.
Prevención de derrames	8.4	Se instrumentaron las medidas de seguridad que sean necesarias, para evitar la contaminación provocada por derrames accidentales de grasa, aceites e hidrocarburos provenientes de la maquinaria que se utilice durante los trabajos inherentes al proyecto.

Capacitación al personal	8.5	Se deberá dar a todo el personal que participe en el proyecto capacitación en materia ambiental donde se debe inducir la participación en materia ambiental donde se debe inducir la participación en las tareas de conservación, a través de pláticas y por medio de folletos y trípticos de carácter informativo.
Promoción entre la comunidad	8.6	Incluir la difusión y promoción del proyecto entre la población aledaña, desde la etapa de preparación del sitio, a fin de que se tome conciencia de la importancia del proyecto y de la necesidad de colaborar en la protección y resguardo de las instalaciones, así como de la conservación de los recursos naturales del área.
	8.7	Contratar personal de la zona con el objeto de evitar la generación de impactos por la demanda de bienes y servicios y canalizar parte de la derrama económica hacia la región.

IV.2.2. Impactos residuales

El presente proyecto conlleva el cambio de utilización de terrenos forestales hacia uso de cantera basalto. De los impactos residuales a generar, uno es positivo debido a lo siguiente:

La extracción de basalto será utilizada en la fabricación de cementos para la industria de la construcción lo cual redundará en la continuación de empleos y servicios, manteniéndose un impacto residual altamente positivo.

Dado que el área del proyecto será posteriormente sujeta a rehabilitación se tendrá nuevamente la presencia de masa vegetal, siendo entonces el único impacto residual negativo el cambio de relieve del sitio.

IV.3. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

IV.3.1. Pronóstico del escenario.

Se presenta un análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio y se identifican las acciones que pueden provocar impacto a cada uno de los componentes ambientales o consolidación de los procesos de cambio existentes. Para construir el escenario resultante, se hace una descripción de cómo la combinación de los impactos del proyecto modificará el entorno. En caso de que algunos impactos pudieran provocar daños permanentes al ambiente o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existente, se señalará durante esta descripción.

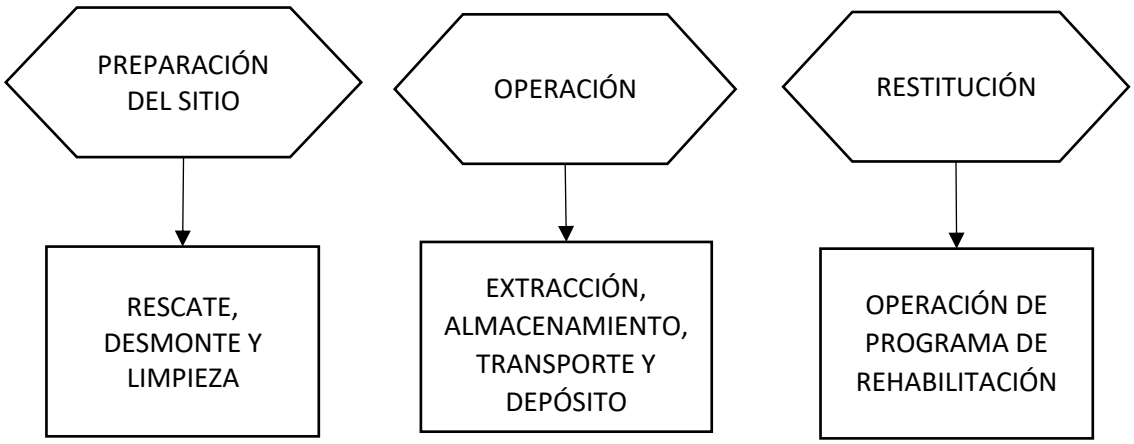
La función de pronósticos define la intensidad de los impactos en el medio ambiente, resultante de la gama de alternativas que se considere en el estudio (de localización, de opciones de las características de las obras, etc.), facilita el análisis de los proyectos alternativos en términos de magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

Una de las maneras de analizar sus componentes es a través de un análisis de sistema para comprender los aspectos de tecnología, socioeconómico, ambientales y de gestión ambiental que exista a su alrededor, no necesariamente en forma lineal o secuencial. Por

ello generar el diagrama de flujo del proyecto permite comprender la estructura del sistema e inferir sobre los aspectos negativos para mitigar sus efectos en el proyecto.

El diagrama de flujo es un diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES



En primer lugar, hay que identificar el problema con claridad y describir los impactos adversos del estudio con precisión, que son los que se desea revertir. Aunque sea obvio, es muy importante una definición correcta del problema real ya que todas las etapas siguientes gravitarán sobre ello.

Una vez definido el núcleo del problema se ha de completar su descripción en base a la aportación de conocimientos del tema por parte de los expertos, documentación básica sobre el tema, etc. El resultado de esta fase debe de ser una primera percepción de los “elementos” que tienen relación con el problema planteado, las relaciones hipotéticas existentes entre ellos, y su comportamiento histórico.

A continuación, se describe un enfoque para interpretar la realidad. Muy posiblemente no existe lo que podríamos llamar “forma correcta” o “la mejor manera” de observar la realidad, puesto que es imposible señalar a una sola dirección como la mejor o la más correcta.

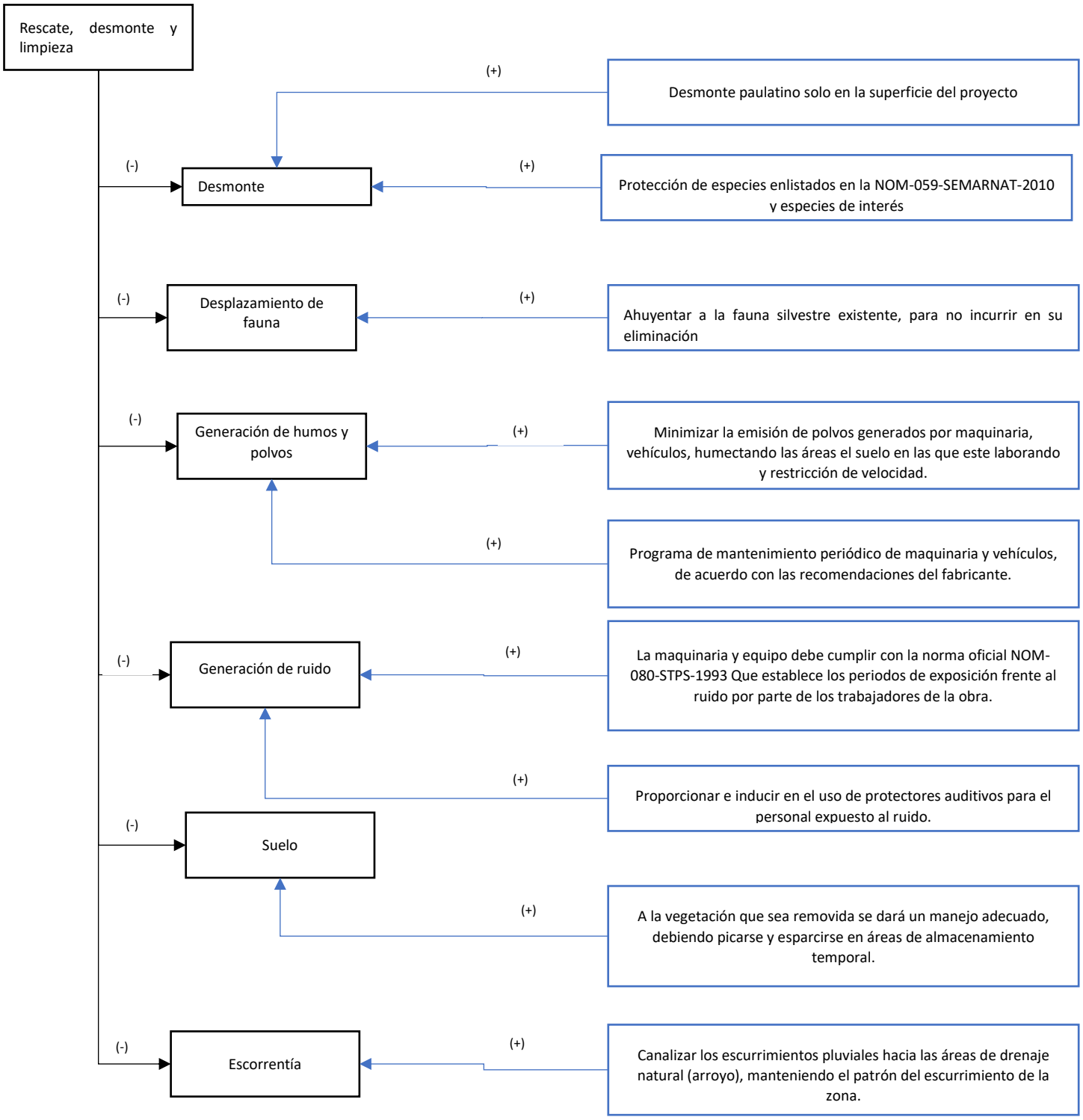
El conjunto de los elementos que tienen relación con nuestro problema y permite en principio explicar el comportamiento observado, junto con las relaciones entre ellos, en muchos casos de retroalimentación, forman el Sistema. El Diagrama Causal es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existente entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto “CUS Basalto 2026” presenta impactos adversos concentrados en la etapa del proyecto de preparación del sitio y operación.

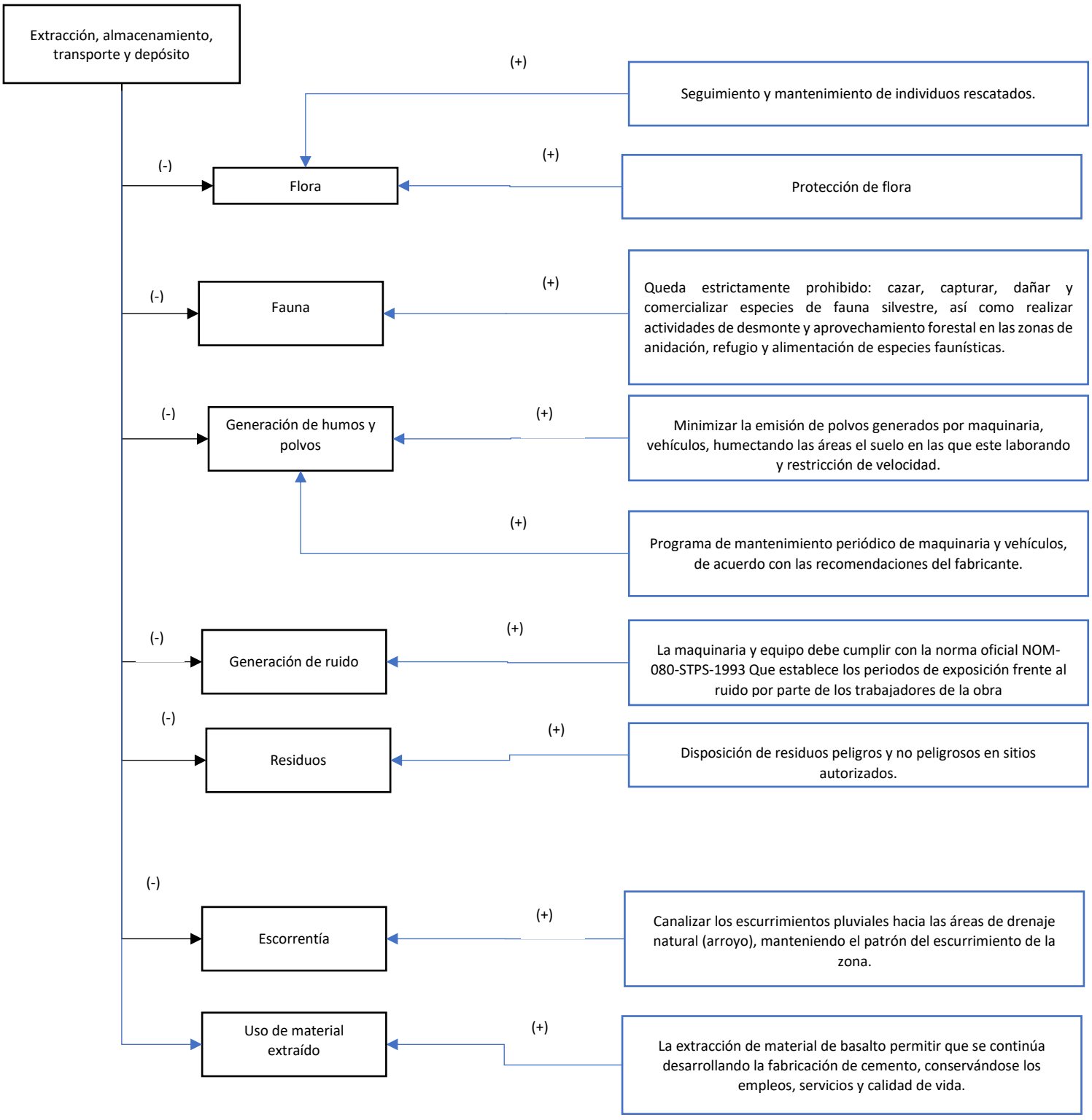
Las relaciones causales negativas del proyecto que intervienen son varias, las cuales se destacan más adelante con las medidas de corrección, en su caso aplicables.

Así, en la preparación del sitio lo más relevante resulta la necesidad el desmonte paulatino del sitio donde se operarán los bancos de material y de área de desplante de la sobrelevación de la cortina, con la consecuente eliminación de vegetación, la generación de ruido, polvos y cambios del relieve durante la operación. Estas actividades son necesarias, pero se verán atenuadas y revertidas una vez que se apliquen medidas de rescate, compensación y restauración.

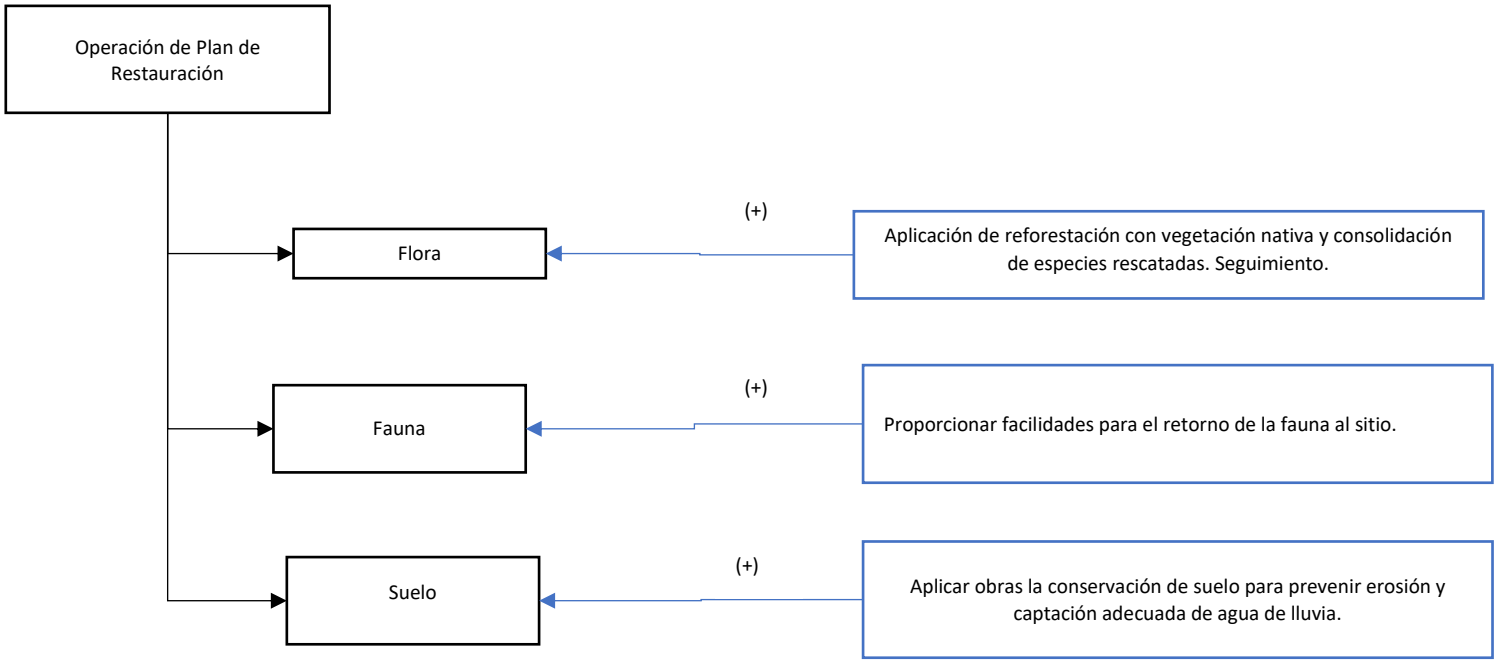
PREPARACIÓN DEL SITIO



OPERACIÓN


Extracción, almacenamiento, transporte y depósito
(+)
Seguimiento y mantenimiento de individuos rescatados.
(-)
Flora
(+)
Protección de flora
(-)
Fauna
(+)
Queda estrictamente prohibido: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre, así como realizar actividades de desmonte y aprovechamiento forestal en las zonas de anidación, refugio y alimentación de especies faunísticas.
(-)
Generación de humos y polvos
(+)
Minimizar la emisión de polvos generados por maquinaria, vehículos, humectando las áreas el suelo en las que este laborando y restricción de velocidad.
(+)
Programa de mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
(-)
Generación de ruido
(+)
La maquinaria y equipo debe cumplir con la norma oficial NOM-080-STPS-1993 Que establece los periodos de exposición frente al ruido por parte de los trabajadores de la obra
(-)
Residuos
(+)
Disposición de residuos peligros y no peligrosos en sitios autorizados.
(-)
Escorrentía
(+)
Canalizar los escurrimientos pluviales hacia las áreas de drenaje natural (arroyo), manteniendo el patrón del escurrimiento de la zona.
Uso de material extraído
(+)
La extracción de material de basalto permitir que se continúa desarrollando la fabricación de cemento, conservándose los empleos, servicios y calidad de vida.

RESTAURACIÓN



Se identifica como impacto adverso principal el desmonte para la extracción paulatina de basalto en 16-45-60 ha, con presencia de especies de vegetación enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la perdida de hábitat original de fauna silvestre.

En la operación del proyecto se identifica como un importante impacto benéfico las consecuencias que traerá el uso del material extraído, ya que servirá para la producción de cemento lo cual redundará en la continuación de empleos y servicios, manteniéndose un impacto residual altamente positivo.

Con las actividades de restauración del sitio se identifica impactos benéficos, ya que el establecimiento de obras de conservación de suelo, reincorporación de residuos de desmonte recuperado en la etapa de preparación del sitio y reforestación con vegetación nativa, permitirá recuperar y continuar con una importante cobertura vegetal en el área del proyecto.

Lo anterior indica que, aunque a un costo ambiental adverso medianamente significativo por el derribo de vegetación, es posible tener impacto benéfico significativo al permitir con el desarrollo del proyecto, lo que permitirá que se continúe con la extracción y beneficio de basalto y por ende, la continuidad de empleos y servicios.

IV.3.2. Programa de vigilancia ambiental

Existen diversas políticas y criterios para el cuidado del medioambiente que el promovente establecerá para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales y para la operación de la cantera basalto, las cuales serán implementadas en todas las etapas del presente proyecto. Aunado a lo anterior, el proyecto contará con un programa de monitoreo en el cual se integrarán las diversas medidas de mitigación resultantes de la evaluación de la presente manifestación por parte de la autoridad.

Se mantendrá el control y seguimiento de todas y cada una de aquellas medidas correctivas establecidas en la presente manifestación de impacto ambiental, de tal manera que, por un lado, se garantice la protección de las variables ambientales que pudieran verse afectadas por la ejecución de las obras y, por otro lado, se evalué la eficacia de las medidas correctivas propuestas, así como las desviaciones respecto a lo previsto en la identificación y valoración de impactos.

IV.4. Conclusiones

Considerando las características del presente proyecto y el análisis de impactos, podemos concluir que la afectación de este proyecto se restringe en el primer lugar adversamente solamente al área de la ampliación de la cantera basalto y positivamente hacia la zona al utilizarse el material extraído en beneficio de continuar con las actividades de extracción y por ende, en preservar los empleos y servicios correspondientes.

Así mismo, al considerar las diferentes medidas que el promovente implementará junto con las medias de mitigación específicas, en cada uno de los impactos identificados por el presente proyecto, es de esperarse que las afectaciones que se generarán en sus diferentes etapas sean aún más controladas.

Se identifica como impacto adverso principal el desmonte para la extracción paulatina de basalto en 16-45-60 ha, con presencia de especies de vegetación enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la pérdida de hábitat original de fauna silvestre.

En la operación del proyecto se identifica como un importante impacto benéfico las consecuencias que traerá el uso del material extraído, ya que servirá para la producción de cemento lo cual impactará positivamente con la continuación de empleos y servicios, manteniéndose un impacto residual altamente positivo.

Con las actividades de restauración del sitio se identifica impactos benéficos, ya que el establecimiento de obras de conservación de suelo, reincorporación de residuos de desmonte recuperado en la etapa de preparación del sitio y reforestación con vegetación nativa, permitirá recuperar y continuar con una importante cobertura vegetal en el área del proyecto.

La vegetación natural, fauna silvestre, el agua, el aire y el clima no será afectados en gran magnitud, ya que se han tomado las medidas preventivas y de mitigación adecuada para el tipo de proyecto, por lo que los impactos que pudiera ocasionar el mismo, no presentan daños significativos al ambiente, ni alteraciones al ecosistema, debido a que cumple con las disposiciones y lineamientos de las leyes, normas y planes de desarrollo establecidos por el gobierno federal y estatal.

Es importante mencionar, que al remover la vegetación se recuperan las especies de difícil regeneración y lento crecimiento que sean susceptibles de rescate y de fauna de lento desplazamiento, así como las especies de ambas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies vegetales que serán rescatadas serán trasladas a áreas adyacentes del proyecto para su sobrevivencia.

Lo anterior indica que, aunque a un costo ambiental adverso medianamente significativo por el derribo de vegetación, es posible tener impacto benéfico significativo con el desarrollo del proyecto, lo que permitirá que se continúe con la extracción y aprovechar los beneficios de basalto, así como la continuidad de empleos y servicios.