PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA EL CARMEN III

EXPLORACIONES MINERAS PARREÑA S.A. DE C.V.

SEPTIEMBRE DE 2026

Contenido

Consideraciones generales 1
I. Datos generales del proyecto, promovente y responsable del estudio 1
I.1 Proyecto 1
I.1.1 Ubicación 1
I.1.2 Superficie total del predio y del proyecto 4
I.1.3 Inversión requerida 6
I.1.4 Número de empleos directos e indirectos 6
I.1.5 Duración del proyecto 6
I.2 Promovente 7
I.3 Responsable del Informe Preventivo 7
II. Criterios legales de aplicación del Informe Preventivo 8
III. Aspectos técnicos y ambientales 10
III.1 Descripción general de la obra o actividad 10
III.1.1 Localización del proyecto 10
III.1.2 Características y dimensiones del proyecto 10
III.1.2.1 Superficies 11
III.1.2.2 Características de las obras o actividades 11
III.1.3 Uso actual del suelo en el sitio seleccionado 15
III.1.4 Programa de trabajo 15
III.1.4.1 Actividades previas 19
III.1.4.2 Preparación del sitio 19
III.1.4.3 Instalación de planillas y operación 20
III.1.4.4 Abandono del sitio 22
III.1.5 Programa de abandono del sitio 23
III.1.5.1 Tareas de reacondicionamiento del sitio 23
III.1.5.2 Estrategias de restauración 24
III.2 Identificación de las sustancias o productos que van a emplearse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas 28
Almacenamiento de combustibles, aceites y lubricantes 29
III.3 Emisiones, descargas y residuos 29
III.3.1 Emisiones a la atmósfera. 29
III.3.2 Residuos y efluentes 30

III.3.2.1 Residuos sólidos 30
III.3.2.2 Residuos peligrosos 30
III.3.2.3 Residuos sanitarios 31
III.4 Descripción del ambiente 32
III.4.1 Delimitación y justificación del área de influencia 32
III.4.2 Atributos ambientales: medio físico 34
III.4.2.1 Clima 34
III.4.2.2 Geología y fisiografía 36
III.4.2.3 Suelo 40
III.4.2.4 Hidrología 43
III.4.3 Atributos ambientales: medio biótico 47
III.4.3.1 Vegetación 47
III.4.3.2 Fauna 61
III.4.4 Medio socioeconómico 73
III.4.5 Funcionalidad y diagnóstico ambiental 74
III.4.5.1 Funcionalidad 74
III.4.5.2 Diagnóstico ambiental 75
III.5 Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación 75
III.5.1 Método para evaluar los impactos ambientales 76
III.5.1.1 Identificación de interacciones (efectos potenciales) del Proyecto 77
III.5.1.2 Análisis de los impactos identificados como potenciales 78
III.5.2 Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación 96
III.6 Planos de localización del área en la que se pretende realizar el Proyecto 102
III.6.1 Áreas naturales protegidas 102
III.6.2. Regiones terrestres prioritarias 102
III.6.3 Áreas de importancia para la conservación de las aves 106
III.6.4 Regiones hidrológicas prioritarias 106
III.6.5 Sitios Ramsar 109
III.6.6 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio 111

Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84 de las planillas del Proyecto. 1
Tabla 2. Superficies del Proyecto. 4
Tabla 3. Porcentaje de ocupación del Proyecto dentro del área de influencia. 6
Tabla 4. Cumplimiento de los criterios de exclusión de EIA del Proyecto. 8
Tabla 5. Superficies del Proyecto. 11
Tabla 6. Cronograma de actividades (organizadas por etapa) del Proyecto. 18
Tabla 7. Aditivos por utilizar durante las barrenaciones consideradas en el Proyecto. 28
Tabla 8. Tipos de clima en el SA del Proyecto 36
Tabla 9. Tipos de vegetación presentes en el SA definido para el Proyecto. 47
Tabla 10. Coordenadas de los sitios de muestreo de la vegetación en el SA. 49
Tabla 11. Coordenadas de los sitios de muestreo de la vegetación en el AI. 50
Tabla 12. Especies de vegetación en el SA y el área de influencia del Proyecto. 55
Tabla 13. Diversidad del estrato arbóreo del SA. 57
Tabla 14. Diversidad del estrato arbustivo del SA. 58
Tabla 15. Diversidad del estrato arbustivo del SA. 58
Tabla 16. Diversidad del estrato arbóreo del área de influencia. 59
Tabla 17. Diversidad del estrato arbustivo del área de influencia. 60
Tabla 18. Diversidad del estrato arbustivo del SA. 61
Tabla 19. Coordenadas Transectos de Fauna en las Áreas del Proyecto e Influencia 63
Tabla 20. Coordenadas Transectos de Fauna en el Sistema Ambiental 65
Tabla 21. Especies encontradas en el área de estudio. 70
Tabla 22. Diversidad de la fauna en el SA. 72
Tabla 23. Diversidad en el área de influencia. 72
Tabla 24. Diversidad en el área del Proyecto. 73
Tabla 25. Identificación de componentes ambientales que se consideren susceptibles a ser afectados (basado en la matriz de Leopold, 1971). 77
Tabla 26. Indicadores de impacto definidos para el Proyecto. 78
Tabla 27. Valores de escala ordinal. 81
Tabla 28. Rangos de los índices de impacto (I). 82
Tabla 29. Matriz cribada de impactos con los valores (en escala ordinal) de magnitud, extensión, duración, sinergia, acumulación y controversia. 84
Tabla 30. Valores del índice de impacto (I) cuantificados. 87
Tabla 31. Medidas de prevención, mitigación y restauración para los impactos adversos del Proyecto. 98
Tabla 32. Medidas generales de aplicación transversal y criterios de verificación. 100
Tabla 33. Reevaluación del impacto residual después de la aplicación del paquete de medidas. 101
Tabla 34. Medidas de compensación contingente asociadas a impactos residuales comprobados. 101
Tabla 35. Vinculación de estrategias de la UAB 91 con el Proyecto. 113

Figuras

Figura 1. Ubicación estatal y municipal del Proyecto. 3
Figura 2. Delimitación del área de influencia del Proyecto. 5
Figura 3. Ejemplo de equipo de barrenación portátil que se empleará en el Proyecto. 11
Figura 4. Uso del suelo y vegetación en el área del Proyecto. 17
Figura 5. Ejemplo de sellado de barreno. 22
Figura 6. Sistema ambiental definido para el Proyecto. 33
Figura 7. Climas en el SA y área del Proyecto 35
Figura 8. Tipo de roca identificada en el SA y en el área del Proyecto. 38
Figura 9. Fisiografía de la zona de ubicación del Proyecto. 39
Figura 10. Tipos de suelo identificados en el SA y área del proyecto. 41
Figura 11. Tipo de degradación del suelo presente en el área de estudio. 42
Figura 12. Subcuenca hidrológica donde se ubica el SA del Proyecto. 44
Figura 13. Hidrología superficial en la zona de estudio. 45
Figura 14. Acuífero con influencia en el SA definido para el Proyecto. 46
Figura 15. Uso del suelo y vegetación en el SA y sitio del Proyecto. 48
Figura 16. Forma y dimensiones de la unidad de muestreo. 49
Figura 17. Sitios de muestreo de la vegetación del SA del Proyecto. 53
Figura 18. Sitios de muestreo de la vegetación del AI del Proyecto. 54
Figura 19. Sitios de muestreo transectos de fauna en el área del proyecto y área de influencia.67
Figura 20. Sitios de muestreo transectos de fauna en el sistema ambiental.68
Figura 21. Índice de impactos sobre el componente aire. 91
Figura 22. Índice de impactos sobre el componente agua. 92
Figura 23. Índice de impactos sobre el componente ambiental suelo. 93
Figura 24. Índice de impactos sobre el componente ambiental vegetación. 94
Figura 25. Índice de impactos sobre el componente ambiental fauna. 94
Figura 26. Índice de impactos sobre el componente ambiental paisaje. 95
Figura 27. Índice de impactos sobre el componente socioeconómico. 96
Figura 28. Localización del Proyecto respecto a la ANP federal más cercana. 103
Figura 29. Localización del Proyecto respecto a la ANP de competencia municipal. 104
Figura 30. Localización del Proyecto respecto a las RTP de mayor cercanía. 105
Figura 31. Localización del Proyecto respecto a las AICA de mayor cercanía. 107
Figura 32. Localización del Proyecto respecto a la RHP 40 Río Nazas. 108
Figura 33. Localización del Proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano. 110
Figura 34. Ubicación del Proyecto respecto a la UAB 91. 112

CONSIDERACIONES GENERALES

En cumplimiento de los artículos 31 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y 29 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, **Exploraciones Mineras Parreña S.A. de C.V.**, presenta este Informe Preventivo a consideración de la autoridad ambiental, con el propósito de acreditar que las actividades del **Proyecto de Exploración Minera El Carmen III**, que se pretende realizar en los municipios de Guanaceví y San Bernardo, Durango, se ajustan a los criterios de aplicación de la NOM-120-SEMARNAT-2020 y a las disposiciones de protección ambiental contenidas en ella.

Se manifiesta que las actividades del Proyecto se realizarán con apego a las mejores prácticas de cuidado ambiental.

I. Datos generales del proyecto, promovente y responsable del estudio

I.1 Proyecto

El nombre del proyecto es **Proyecto de Exploración Minera El Carmen III** (el Proyecto).

I.1.1 Ubicación

El Proyecto se localizará en terrenos de los municipios de Guanaceví y San Bernardo, en el estado de Durango, aproximadamente a 30 km en línea recta de Guanaceví y a cerca de 50 km (en línea recta) del poblado de San Bernardo, ambos cabecera municipal de sus respectivos municipios (Figura 1). Las coordenadas centrales de las planillas del Proyecto se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas UTM WGS84 de las planillas del Proyecto.

Id Barreno	Planilla	X	Y	Id Barreno	Planilla	X	Y
SIG-003	1	404784	2901406	ALE-109	49	405689	2899479
SIG-016	2	404810	2901349	ALE-163	50	405649	2899217
SIG-029	3	404840	2901298	ALE-164	50	405649	2899217
SIG-031	4	404877	2901368	ALE-176	51	405670	2899168
SIG-127	5	405163	2901160	ALE-189	52	405679	2899118
SIG-141	6	405228	2901177	ALE-202	53	405684	2899068
SIG-153	7	405249	2901109	ALE-190	54	405613	2899118
SIG-155	8	405290	2901187	ALE-227	55	405624	2899068
SIG-167	9	405324	2901145	ALE-215	56	405643	2899018
SIG-310	9	405324	2901145	ALE-226	57	405680	2898968
SIG-181	10	405361	2901107	CAMP-003	58	405277	2898918
SIG-179	11	405332	2901053	CAMP-001	59	405239	2898845
SIG-248	12	405534	2900899	CAMP-013	60	405298	2898850
SIG-264	13	405585	2900889	CAMP-025	61	405348	2898838
SIG-278	14	405608	2900826	CAMP-023	62	405316	2898777
SIG-294	15	405661	2900820	CAMP-036	63	405368	2898769
SIG-309	16	405681	2900752	CAMP-050	64	405419	2898759
VNOR-142	17	405575	2900627	CAMP-048	65	405370	2898666

Id Barreno	Planilla	X	Y	Id Barreno	Planilla	X	Y
VNOR-140	18	405532	2900652	ESCA-010	66	405848	2898245
VNOR-131	19	405497	2900614	ESCA-008	67	405848	2898185
VNOR-143	19	405497	2900614	ESCA-017	68	405898	2898219
VNOR-121	20	405453	2900581	ESCA-026	69	405948	2898258
VNOR-122	21	405516	2900546	ESCA-024	70	405948	2898190
VNOR-111	22	405461	2900520	ESCA-033	71	405998	2898232
VNOR-100	23	405421	2900484	ESCA-040	72	406048	2898210
VNOR-102	24	405465	2900460	ESCA-042	73	406048	2898273
VNOR-080	25	405376	2900395	PEL-044	74	406508	2898036
VNOR-082	26	405417	2900373	PEL-043	75	406547	2897989
VNOR-071	27	405382	2900335	PEL-029	76	406612	2898068
VNOR-060	28	405346	2900298	PEL-031	77	406575	2898111
VNOR-062	29	405394	2900271	PEL-016	78	406675	2898148
VNOR-050	30	405346	2900240	PEL-045	79	406634	2898196
VNOR-041	31	405311	2900203	PEL-003	80	406698	2898276
VNOR-043	32	405368	2900171	PEL-001	81	406727	2898242
VNOR-032	33	405318	2900141	Mg-190	82	406875	2898118
VNOR-021	34	405283	2900104	Mg-192	83	406931	2898117
VNOR-023	35	405340	2900072	Mg-210	84	406910	2898168
ALE-052	36	405782	2900018	Mg-228	85	406896	2898218
ALE-041	37	405822	2899968	Mg-230	86	406953	2898218
ALE-003	38	405835	2899918	Mg-249	87	406924	2898268
ALE-01	39	405764	2899918	Mg-268	88	406887	2898318
ALE-012	40	405786	2899868	Mg-270	89	406947	2898318
ALE-021	41	405748	2899818	ALTO-215	90	407215	2898168
ALE-085	42	405648	2899615	ALTO-217	91	407264	2898168
ALE-229	43	405699	2899587	ALTO-198	92	407264	2898118
ALE-097	44	405641	2899562	ALTO-178	93	407252	2898068
ALE-107	45	405601	2899527	ALTO-180	94	407306	2898068
ALE-119	46	405608	2899466	ALTO-159	95	407305	2898018
ALE-129	47	405558	2899437	ALTO-138	96	407303	2897968
ALE-228	48	405614	2899406	ALTO-140	97	407364	2897968

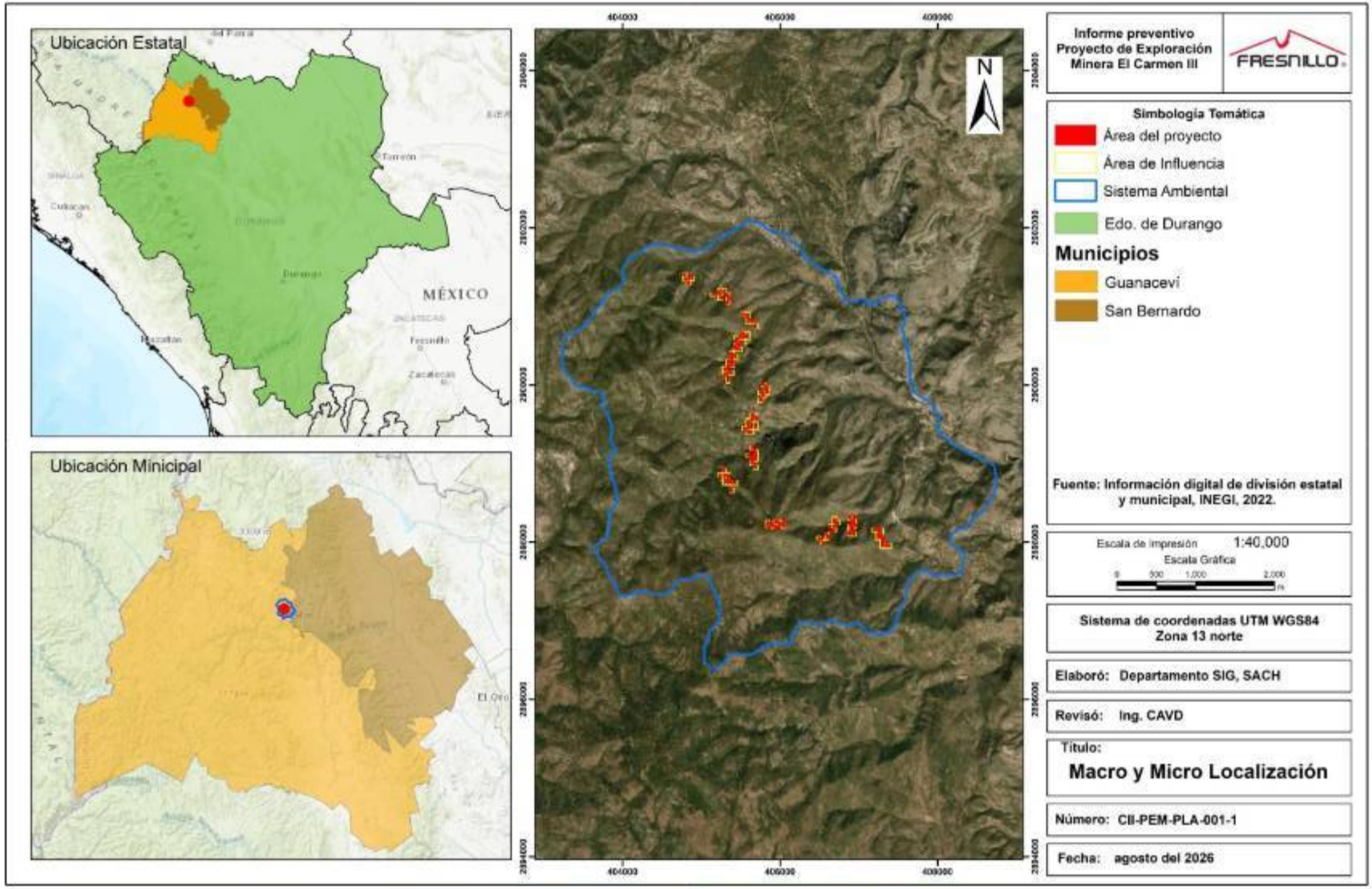


Figura 1. Ubicación estatal y municipal del Proyecto.

I.1.2 Superficie total del predio y del proyecto

El Proyecto consiste en la perforación y toma de muestra en 100 puntos de interés geológico, para lo cual se instalarán 97 planillas de barrenación, de 25m ^{2} cada una, es decir, el área del Proyecto abarcará 2,450 m^2 (equivalentes a 0.2425 ha).

De acuerdo con el numeral 3.22 de la NOM-120-SEMARNAT-2020, la superficie del proyecto es aquella *obtenida de la suma de aquellos polígonos marcados en una retícula de dimensiones de 50 m por lado, en donde se contemple realizar al menos alguna actividad*[1]. De esta manera, se generó una retícula regular conformada por polígonos de 2,500 m^2 (50 × 50 m), la cual fue extendida hasta cubrir la totalidad de las coordenadas extremas que definen la superficie del Proyecto (Figura 2).

Posteriormente, se efectuó la intersección espacial entre la retícula generada y las planillas pretendidas, para conservar aquellas poligonales que presentaron intersección con alguna de las planillas. La superficie resultante de este procedimiento fue denominada *área de influencia del Proyecto*, para hacer la diferencia con el área que será directamente impactada por las planillas de barrenación, a la cual se llamó *área del Proyecto*.

Como resultado de lo anterior, las planillas de barrenación se ubicarán en 113 cuadrantes de 2,500 m^2 cada uno, lo que resulta en un área de influencia del Proyecto equivalente a 282,500 m^2 o 28.2500 ha.

El área de influencia del Proyecto se inserta dentro de un polígono envolvente mayor, de 1,945.1988 ha que corresponde al sistema ambiental (SA) donde se insertan tanto el área de influencia como el mismo Proyecto (Tabla 2). La descripción y análisis ambiental que se presentan en las secciones siguientes se realizan con base en el SA del Proyecto.

Tabla 2. Superficies del Proyecto.

Polígono	Superficie (ha)
Planillas	0.0025
Área del Proyecto	0.2425
Área de influencia	28.2500
Sistema ambiental	1,945.1988

[1] ***3.22 Superficie del sitio del proyecto:*** *La superficie obtenida de la suma de aquellos polígonos marcados en una retícula de dimensiones de 50 m por lado, en donde se contemple realizar al menos alguna actividad. Los polígonos en donde no se considere la ejecución de alguna actividad, no deberán ser incluidos para el cálculo de la superficie del sitio del proyecto.*

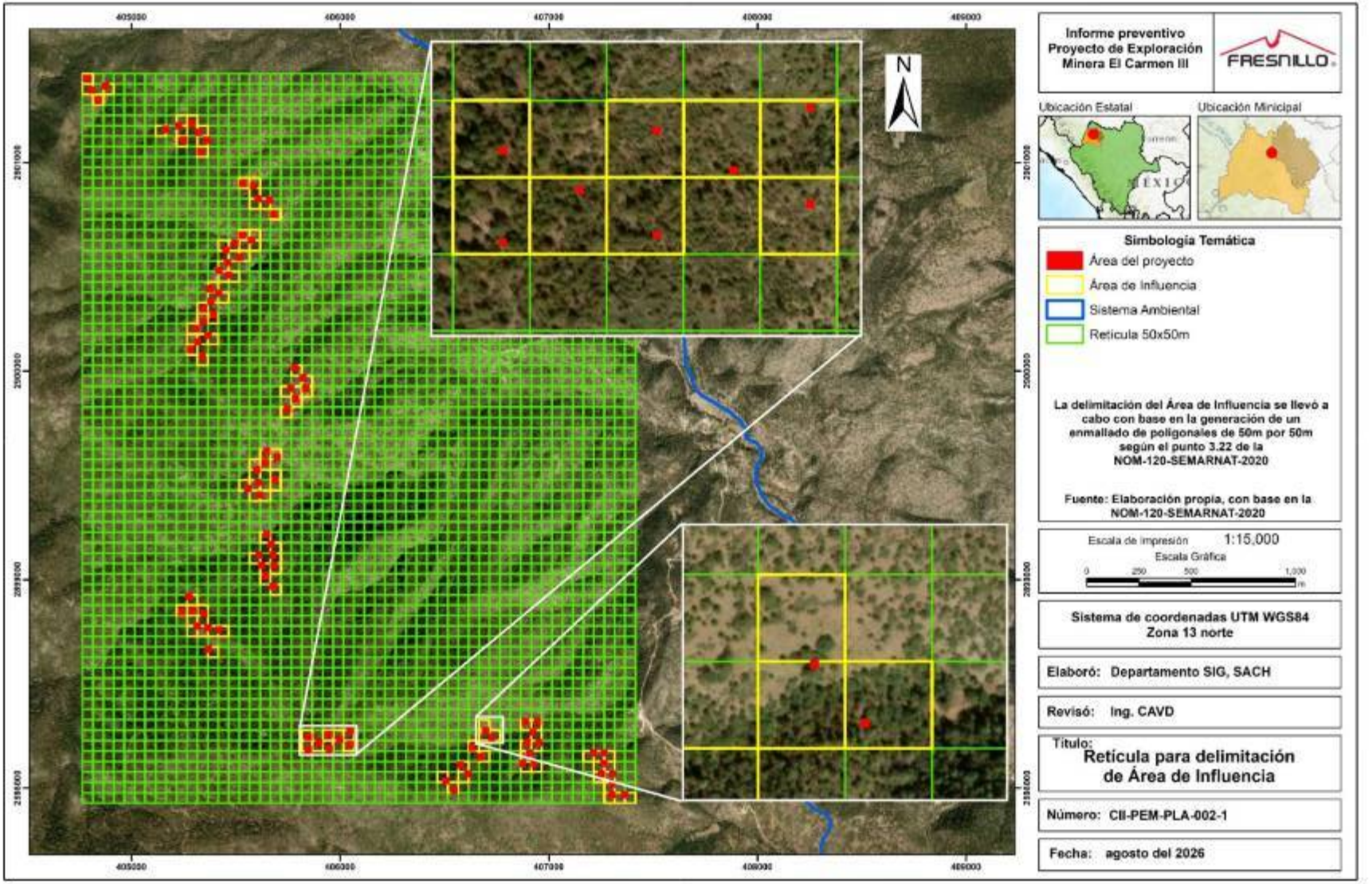


Figura 2. Delimitación del área de influencia del Proyecto.

Con base en las superficies obtenidas para el área del Proyecto y el área de influencia, se determinó el porcentaje de ocupación que representa la superficie del Proyecto dentro del área de influencia, mediante la siguiente expresión:

Porcentaje de ocupación = (Superficie del área del Proyecto / Superficie del área de influencia) × 100

(2,425.00 m² / 282,500.00 m²) × 100 = 0.8584 %

Por lo tanto, la superficie del proyecto representa una ocupación de 0.86 % respecto de la superficie total delimitada como área de influencia (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de ocupación del Proyecto dentro del área de influencia.

Polígono	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Porcentaje de ocupación
Área de influencia	28.2500	282,500.00	—
Área del Proyecto	0.2425	2,425.00	0.8584 %

I.1.3 Inversión requerida

La inversión del Proyecto se estima en aproximadamente [redacted]

I.1.4 Número de empleos directos e indirectos

Durante su desarrollo, el Proyecto generará un promedio de 40 empleos totales, distribuidos de la siguiente manera:

- Número de empleos directos: 25 (ingenieros, perforistas, técnicos, ayudantes generales, limpieza y cocina).
- Número de empleos indirectos: 15 (suministros, servicios, transporte y apoyos asociados al programa de exploración).

I.1.5 Duración del proyecto

[2] De acuerdo con el tipo de cambio indicado por el Banco de México con fecha 19 agosto 2026: https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp

La ejecución del Proyecto tendrá una duración de cinco años, que se contabilizarán a partir del momento en que, de ser aprobado, la autoridad emita la resolución correspondiente a este Informe Preventivo. El cierre y la restauración de las planillas se realizarán de manera progresiva conforme avance el programa de barrenación, sin esperar necesariamente al término de la vigencia.

El programa de ejecución de los trabajos se expone en el apartado III.1.4 de este documento.

I.2 Promovente

El promovente del Proyecto es la empresa denominada **Exploraciones Mineras Parreña S.A. de C.V.** Los datos de identificación de la empresa se indican a continuación.

[redacted]	
Representante Legal:	Pedro De Santiago Renteria
[redacted]	
Domicilio para recibir u oír notificaciones:	Calzada Saltillo 400 #989 Col. Campestre la Rosita, Torreón Coahuila.
[redacted]	

En el **Anexo 1 Información Legal** de este Informe Preventivo se incluyen copias de los documentos legales de identificación de la empresa y representante legal.

I.3 Responsable del Informe Preventivo

Se presentan los datos del despacho responsable de la elaboración de este Informe Preventivo (IP).

[redacted]

En el **Anexo 1 Información Legal** de este Informe Preventivo se incluyen copias de los documentos legales de identificación del responsable de la elaboración del estudio.

II. Criterios legales de aplicación del Informe Preventivo

De acuerdo con el artículo 28 fracción III de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el artículo 5º apartado L de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), las actividades de exploración minera están sujetas a obtener autorización en materia de impacto ambiental en el ámbito federal, con excepción de aquellas que reúnan las siguientes características:

- Se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.
- La zona tenga clima seco o templado.
- La vegetación, si existe, corresponda a matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares.
- La zona se encuentre fuera de un Área Natural Protegida.
- No se involucren actividades que requieran Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

El sito de interés para la exploración presenta todas las características señaladas anteriormente (Tabla 4). Por ello, el Proyecto se ajusta a los criterios de exclusión que establecen la LGEEPA y su REIA, para determinar que este no está sujeto a obtener autorización en materia de impacto ambiental.

Tabla 4. Cumplimiento de los criterios de exclusión de EIA del Proyecto.

Atributo de la zona	Sito del proyecto de exploración
Sistema agropecuario	No corresponde a un sistema agropecuario. El AP y el AI se ubican 100 % en bosque de pino-encino. El SA está dominado por bosque de pino-encino y otras coberturas forestales.
Tipos de clima (1)	Semifrío subhúmedo C(E)(w2) y templado subhúmedo C(w1).
Tipo de vegetación (2)	Bosque de pino-encino
Áreas Naturales Protegidas	Fuera de Áreas Naturales Protegidas
Requiere Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales	No
(1): Con base en las cartas temáticas de clima del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, escala 1:1'000,000 (Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García, E. 2004). (2): Con base en la Clasificación de Vegetación y Uso de Suelo del INEGI (Uso de Suelo y Vegetación Serie VII)	

Complementariamente, el artículo 31 de la LGEEPA establece las condiciones en la cuales es aplicable la presentación de un Informe Preventivo (IP) y no una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA):

Artículo 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;

II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o

III.- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

(...)

Teniendo en cuenta que existe la ***Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020,*** *que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos*, y que el sitio del Proyecto presenta los atributos de clima y vegetación en los cuales es aplicable la norma, la presentación del presente Informe Preventivo se enmarca en el supuesto indicado en la Fracción I del Artículo 31 de la LGEEPA.

De acuerdo con lo anterior, el Proyecto se sujetará al cumplimiento de las disposiciones de protección ambiental establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020 (en adelante llamada NOM-120).

III. Aspectos técnicos y ambientales

III.1 Descripción general de la obra o actividad

El Proyecto consiste en el desarrollo de actividades de exploración minera directa, a través de 97 planillas de barrenación, las cuales se localizarán en una zona mineralizada de los municipios de Guanaceví y San Bernardo, del estado de Durango.

La exploración pretendida se realizará a través del método de barrenación a diamante, para lo cual se abrirán las planillas de barrenación en terrenos sobre los cuales la empresa promovente posee los derechos de uso. Cada planilla de barrenación ocupará una superficie de 25 m².

Se localizarán las planillas en zonas ya impactadas por caminos o zonas desmontadas. Su apertura implica solamente el retiro de la vegetación herbácea y, además, no será necesaria la construcción de campamento, ni patio de maniobras, por lo que se considera que no será necesario remover vegetación forestal.

El SA del Proyecto presenta climas templado subhúmedo y semifrío subhúmedo. Alberga, entre otros tipos de vegetación, al encinar arbustivo de *Quercus striatula* en mosaico con zacatales amacollados y con un componente arbóreo disperso de piñonar-encinar, coincidentes con los criterios de aplicabilidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020.

III.1.1 Localización del proyecto

El Proyecto se encuentra en los municipios de Guanaceví y San Bernardo, al noroeste del estado de Durango, aproximadamente a 30 km en línea recta de Guanaceví y a cerca de 50 km en línea recta del poblado de San Bernardo, ambos cabecera municipal de sus respectivos municipios.

Como fue indicado, tanto el área del Proyecto como su área de influencia se distribuyen dentro de un polígono mayor que corresponde al sistema ambiental. Las coordenadas (Datum WGS84, Zona 13) de este polígono se anexan en formato electrónico como parte del **Anexo 2 Coordenadas del Proyecto**.

III.1.2 Características y dimensiones del proyecto

III.1.2.1 SUPERFICIES

Como se indicó en la sección I.1.2, el Proyecto consiste en la apertura de 97 planillas de barrenación, de 25m² cada una, es decir, el área del Proyecto abarcará 2,450 m² (equivalentes a 0.2425 ha). El área de influencia del Proyecto equivale a 282,500 m ² o 28.2500 ha. A su vez, esta área se inserta dentro de un polígono envolvente mayor, de 1,945.1988 ha que corresponde al SA (Tabla 5).

Tabla 5. Superficies del Proyecto.

POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)
Planillas	0.0025
Área del Proyecto	0.2425
Área de influencia	28.2500
Sistema ambiental	1,945.1988

III.1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

Se pretende la perforación y toma de muestra en 100 puntos de interés geológico, ubicados en 97 planillas de barrenación. El tipo de perforación a realizar será mediante barrenación a diamante, la cual permitirá obtener muestras de roca profunda (Figura 3). Esto se realiza con un sistema de perforación con recuperación de testigo, núcleo y/o muestra. Dicha muestra recuperada permitirá realizar un análisis de los datos geológicos que en ella se observen, con el objetivo de determinar la ocurrencia mineral en el subsuelo a explorar.



Figura 3. Ejemplo de equipo de barrenación portátil que se empleará en el Proyecto.

Se utilizará un equipo portátil de perforación, el cual consiste en perforadoras eléctricas con un sistema de anclaje al suelo (ventosa, puntal o taco mecánico) que dependerá de la naturaleza del terreno superficial. Toda la maquinaria de perforación es desmontable en componentes menores, lo que facilita su transporte. La energía que emplea el equipo se obtendrá mediante un generador portátil a combustible (diésel o gasolina).

Es importante señalar que toda la maquinaria y vehículos utilizados sólo permanecerán en la zona de forma temporal, ya que una vez realizadas las actividades de barrenación y toma de muestras, serán retirados del sitio y redirigidos al siguiente punto de barrenación.

Planillas de barrenación

La planilla de barrenación es el área mínima necesaria para instalar el equipo de perforación y las obras o materiales de apoyo. En términos prácticos, se trata del sitio de trabajo para la toma de muestra por barrenación. Los aspectos principales que se tomarán en cuenta para la apertura de las planillas son los siguientes:

- Se dará preferencia a localizar las planillas en zonas ya impactadas por caminos o zonas desmontadas.
- La apertura de la planilla implica el retiro de la vegetación herbácea del sitio y la nivelación del terreno. Para la limpieza del sitio no se realizará la quema de maleza ni se emplearán herbicidas ni productos químicos. Todo el deshierbe del sitio se realizará por métodos manuales.
- El tamaño de las planillas será de 25 m ^{2}, área suficiente para instalar el equipo de barrenación portátil y no impactar más área de la necesaria (se tomará en cuenta que el espacio sea suficiente para trabajar con seguridad).
- Las planillas de barrenación no serán un impedimento para el libre flujo de corrientes de agua ni de cauces naturales de la zona.
- Durante la perforación sólo se utilizarán lodos de arcillas naturales, grasas lubricantes y aditivos biodegradables.

Cárcamos

El cárcamo es un área contenedora o recipiente para los fluidos de barrenación (lodos o agua utilizados como lubricantes durante la barrenación). Para la instalación de los cárcamos se considera lo siguiente:

- Estarán cubiertos por un material impermeable, o sea, contenedores portátiles especiales que evitan filtraciones al suelo de los lodos que se utilizan para la perforación. Estos cárcamos se pueden reutilizar y mover a otros sitios de barrenación conforme sea necesario.
- Las dimensiones del cárcamo serán de máximo 3 x 3 m y se instalará un cárcamo por planilla.
- Se decantará el agua y filtrará antes de su recicle, y los lodos resultantes serán reciclados. El agua de cada perforación será decantada en el mismo cárcamo, previo a su reciclamiento, y reutilizada.
- Una vez finalizado el proceso de barrenación los cárcamos serán desarmados y reubicados en un nuevo sitio de barrenación. También existe la alternativa de sellar el cárcamo con bentonita, que es una arcilla natural.

Descripción técnica

La barrenación a diamante de bajo impacto se realiza mediante un equipo portátil y modular, diseñado para efectuar sondeos de exploración geológica en terrenos remotos, montañosos o con acceso restringido, reduciendo al mínimo la superficie de intervención.

El equipo funciona mediante tres motores diésel compactos, conectados a un sistema hidráulico común que proporciona la potencia requerida para la rotación de la sarta, el avance y recuperación de tubería, así como la operación del malacate y demás componentes auxiliares. Esta configuración permite mantener una capacidad de perforación comparable con equipos convencionales, pero con componentes de menor tamaño y peso. En sistemas portátiles equivalentes, los tres módulos pueden ser de aproximadamente 45 HP cada uno, sin embargo, la potencia exacta deberá confirmarse con la ficha técnica del equipo que se utilizará. Los componentes individuales pesan aproximadamente entre 160 y 180 kg, mientras que equipos portátiles de configuración semejante emplean tres módulos motrices de 45 HP (Multi-Power Products).

Es de mencionar que el uso de máquinas portátiles por parte de las compañías perforistas es un requisito que se les pide para trabajar para la empresa promovente.

La perforación se efectúa mediante la rotación de una corona impregnada con diamantes industriales, la cual corta la roca en forma anular y permite recuperar, en el interior del

barril, una muestra cilíndrica continua, denominada núcleo o testigo. La recuperación normalmente se realiza mediante sistema *wireline*, evitando extraer toda la sarta cada vez que se obtiene una muestra y reduciendo los tiempos de operación, consumo de combustible y desgaste del equipo.

Durante el proceso se utiliza agua como fluido de perforación para enfriar la corona, estabilizar el barreno y transportar los recortes finos hacia la superficie. El agua de retorno se conduce mediante mangueras hacia tinas, cárcamos portátiles o tanques de sedimentación, donde se separan los sólidos y se recircula el agua al proceso. Podrán emplearse aditivos de perforación biodegradables y de baja toxicidad cuando las condiciones geológicas lo requieran.

Razones por las que se considera de bajo impacto:

- El equipo se transporta desarmado en módulos, de manera manual, con vehículos ligeros o por senderos existentes.
- Requiere una planilla reducida y únicamente nivelación menor del terreno.
- Evita o disminuye la apertura y ampliación de caminos.
- No requiere cimentaciones ni infraestructura permanente.
- Permite utilizar circuitos de recirculación de agua.
- Genera un volumen limitado de recortes y lodos de perforación.
- La ocupación de cada sitio es temporal.
- Una vez concluido el barreno, todo el equipo puede retirarse y la superficie rehabilitarse.

La planilla deberá contar con protección impermeable bajo los motores, depósitos de combustible y sistema hidráulico, recipientes para captar fugas, kit para atención de derrames, extintores, almacenamiento temporal de residuos y controles de ruido, emisiones y manejo de sustancias. Al terminar, el barreno se asegurará o sellará conforme a sus condiciones, se retirarán tuberías, lodos, residuos y materiales, y se realizará la restitución del relieve y la revegetación cuando corresponda.

Es necesario destacar que el establecimiento de las planillas será secuencialmente, es decir, se avanzará al siguiente punto una vez terminada la toma de muestra en el sitio actual.

La superficie de afectación que representan las panillas se limitará a las 0.2425 ha mencionadas, las cuales equivalen al 0.86 % del área de influencia del Proyecto, y aproximadamente al 0.01 % de la superficie del SA. Estos valores son notablemente menores que los establecidos por la NOM-120-SEMARNAT-2020, que establece un límite máximo de superficie de barrenación a diamante de 720 m² por hectárea.

Adicionalmente, el desarrollo de las actividades incluye la aplicación de medidas de mitigación ajustadas a especificaciones de protección ambiental que establece la NOM-120 y que se indican en la sección III.5.2 de este documento.

III.1.3 Uso actual del suelo en el sitio seleccionado

De acuerdo con la clasificación de vegetación y uso de suelo del INEGI (Serie VII), en el SA se identifica la presencia de bosque de pino-encino, en la mayor parte de la superficie, seguido por vegetación secundaria arbustiva de bosque del mismo tipo, ubicada en dos áreas al este y al oeste del SA, bosque de encino-pino en el norte y un pequeño manchón de bosque de encino en la zona este (Figura 4).

Tanto el área del Proyecto como su área de influencia se ubicarán dentro del bosque de encino-pino, sin embargo, los puntos a ocupar tienen poca o nula vegetación (herbáceas, principalmente).

III.1.4 Programa de trabajo

Las actividades de barrenación que implica el Proyecto se realizarán de manera que la apertura de las planillas sea gradual y progresiva.

Conforme se vayan obteniendo las muestras de los barrenos, estos se irán sellando, se retirará el equipo de barrenación y se procederá a la reposición del suelo removido en cada planilla.

Se prevé que, de obtenerse la resolución de este Informe Preventivo, el desarrollo total del Proyecto tenga una duración de cinco años. Las actividades generales que se consideran en el Proyecto se desarrollarán de conformidad con el plan de trabajo indicado en la Tabla 6.

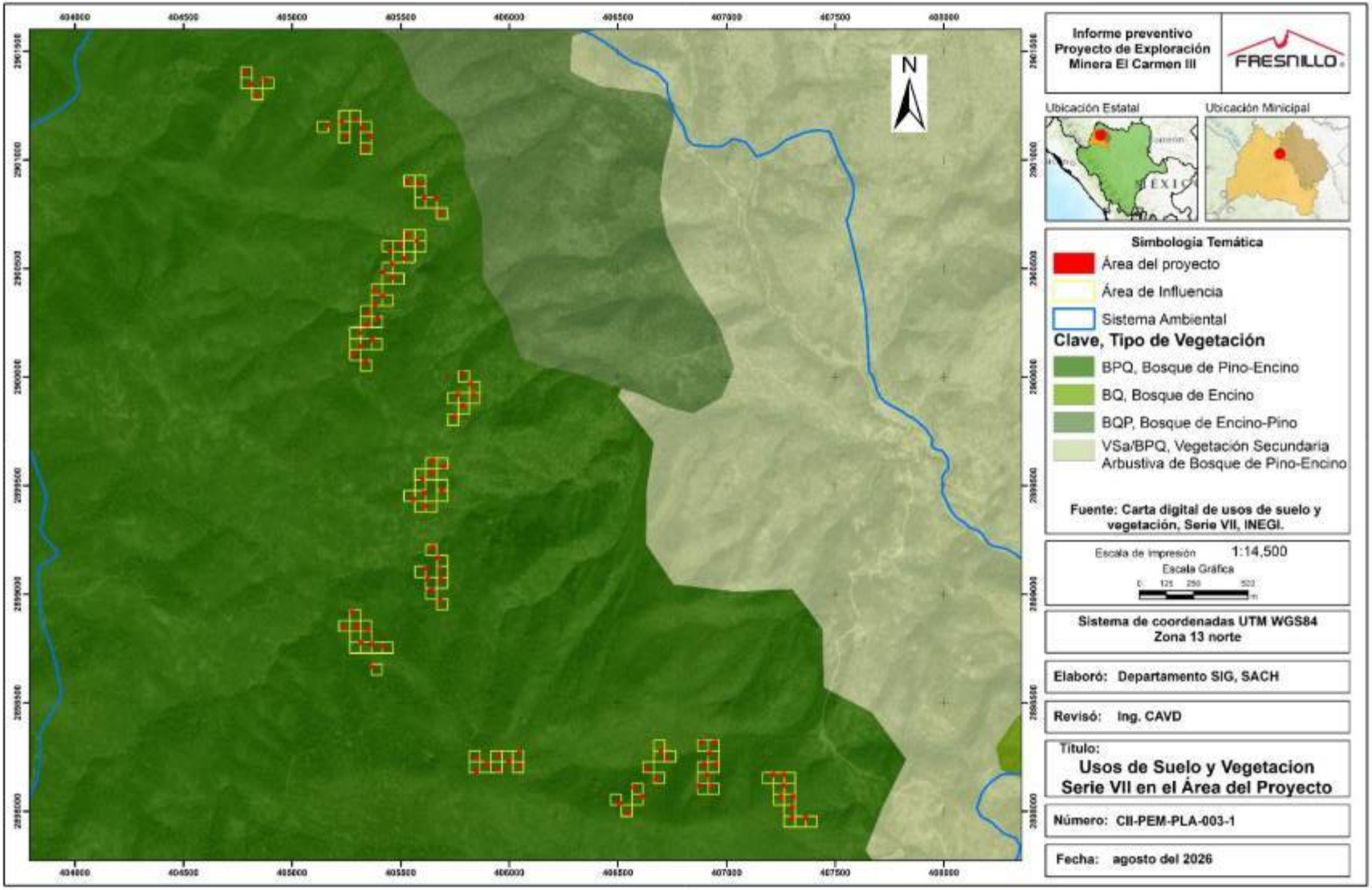


Figura 4. Uso del suelo y vegetación en el área del Proyecto.

Tabla 6. Cronograma de actividades (organizadas por etapa) del Proyecto.

Actividad / etapa	S1	S2	S3	S4	S5
PREPARACIÓN					
Estudios preliminares, ubicación y permisos	•				
Replanteo, micro-siting, liberación ambiental y trazo	•	•	•	•	•
INSTALACIÓN Y OPERACIÓN					
Apertura de planillas / instalación de equipo	•	•	•	•	•
Barrenación, recuperación de núcleo y sellado	•	•	•	•	•
Manejo de agua, lodos, residuos y combustibles	•	•	•	•	•
MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN					
Señalización, rescate/ahuyentamiento y medidas ambientales	•	•	•	•	•
CIERRE Y RESTAURACIÓN					
Retiro de equipo/cárcamo, limpieza, restitución y revegetación	•	•	•	•	•
Evaluación final y liberación de planillas	•	•	•	•	•

a. No se incluye en la calendarización de ejecución ya que se trata de acciones previas a la obtención de permiso del Proyecto.

b. La restauración y el cierre se ejecutarán de manera progresiva en las superficies efectivamente afectadas, independientemente de que en el futuro se evalúe un proyecto distinto de explotación, el cual estaría sujeto a sus propios permisos y autorizaciones.

A continuación, se describen las etapas del Proyecto. Es importante recordar que, aunque se describen como etapas separadas, en la práctica pueden realizarse a la par y en sitios diferentes dentro del área del Proyecto (con excepción de la etapa de gestión de autorizaciones, la cual es el principio del Proyecto y debe estar lista previamente a cualquier otra acción).

III.1.4.1 Actividades previas

Se refiere a las tareas necesarias antes de dar paso un proyecto operativo. En el presente caso se acotó al conocimiento previo de la zona y a la solicitud de los permisos ambientales necesarios.

Topografía , geología y geofísica

Dado que en el sitio ya se han realizado algunas actividades de muestreo superficial, se tiene conocimiento previo del sitio de interés para el Proyecto. En este caso, las actividades incluyen recorridos en la zona para verificar las condiciones e ir determinando cuáles son los puntos más aptos para la apertura de las planillas de barrenación.

Esta selección se basó tanto en la observación de la topografía de la zona como en el resultado de los análisis de muestras superficiales de roca.

Antes de intervenir cada punto se realizará el replanteo de la coordenada, la inspección ambiental y la liberación del área. Se verificará la ausencia de cauces, ejemplares de flora que deban evitarse, nidos, madrigueras o fauna susceptible de afectación; cuando corresponda se aplicará ahuyentamiento dirigido y rescate/reubicación.

El trazo de la planilla considerará la posición del equipo, la orientación e inclinación prevista del barreno y la necesidad de mantener toda la operación dentro de la huella definida, salvo los elementos auxiliares cuya superficie se incorpore expresamente al cálculo NOM-120.

Gestión de autorizaciones

Se refiere a la solicitud de permisos requeridos para el Proyecto. Incluye la gestión de todos los trámites necesarios antes de iniciar cualquier tipo de actividad en el sitio, para contar con los permisos y autorizaciones correspondientes que, además, incluyen el dictamen derivado de este Informe Preventivo.

III.1.4.2 Preparación del sitio

En esta etapa se incluyen las actividades que son necesarias para acondicionar el sitio previamente a la barrenación y facilitar el acceso a los diferentes puntos de interés para la perforación de barrenos y toma de muestras.

ACCESO MEDIANTE CAMINOS Y SENDEROS EXISTENTES

El acceso a las planillas se realizará mediante caminos, veredas y senderos existentes, utilizando preferentemente vehículos ligeros y el transporte modular del equipo. No se contempla la apertura de caminos nuevos ni la ampliación de los existentes como obra del Proyecto. Cualquier retiro puntual de obstáculos o vegetación será manual y se limitará a lo estrictamente necesario para el tránsito seguro.

III.1.4.3 INSTALACIÓN DE PLANILLAS Y OPERACIÓN

En esta etapa se realiza la instalación temporal del equipo, la barrenación y la recuperación de las muestras geológicas, una vez verificada y liberada ambientalmente cada planilla.

INSTALACIÓN

Apertura de planillas de barrenación

La apertura de la planilla comenzará con la delimitación del área de 5 x 5 m y el deshierbe manual estrictamente necesario. Cuando exista vegetación arbustiva dentro de la huella y no sea técnicamente viable desplazar la planilla, su manejo se realizará de manera selectiva. No se removerá vegetación arbórea como parte del diseño ordinario del Proyecto.

Posteriormente se realizará una nivelación menor y se instalará protección impermeable bajo motores, sistema hidráulico y áreas donde pueda existir combustible o lubricantes. Se contará con recipientes para captar fugas, kit de atención de derrames y extintores.

En la medida en que el terreno requiera ser nivelado, se procederá a realizar las siguientes acciones:

- Recuperación de la capa fértil del suelo (topsoil).
- Almacenamiento y conservación del suelo recuperado en áreas adyacentes a las planillas.

Por último, se fija o asegura la barrenadora dentro de las planillas (de ser necesario se colocan calzas de madera para corroborar que esté nivelada). La fijación en el sitio es temporal y sirve para evitar el desplazamiento de la maquinaria.

Previo a la perforación, se ajusta y calibra la barrenadora, lo que permite el funcionamiento adecuado de acuerdo con las necesidades del trabajo.

Cárcamos

Los cárcamos se abren en el mismo sitio de la planilla, para su conformación se utiliza el mismo material removido durante la nivelación. Como ya se mencionó, el cárcamo es una pileta sencilla recubierta con material plástico para evitar la infiltración. La finalidad de estos cárcamos es el almacenamiento temporal del agua que se emplea para los lodos de perforación (liquido utilizado como lubricante de las brocas de barrenación).

Operación

Barrenación

Los 100 barrenos se distribuyen en 97 planillas. La mayoría de las planillas contienen un barreno, mientras que las planillas 9, 19 y 50 contienen dos barrenos cada una. La barrenación será diamantina, con profundidad máxima de referencia de 300 m conforme al antecedente directo de El Carmen; los sondeos podrán ser verticales o inclinados según el programa geológico. La orientación, inclinación, profundidad y avance se registrarán en la bitácora de perforación.

La perforación permitirá recuperar núcleo o testigo continuo. Las muestras se identificarán de forma consecutiva por barreno y profundidad, se acondicionarán en cajas o recipientes apropiados y se mantendrá su trazabilidad hasta su traslado al sitio de registro geológico y/o laboratorio.

El registro geológico detallado y los análisis especializados se realizarán fuera del frente de barrenación; no se contempla la construcción de laboratorio en el área del Proyecto.

Traslado y sellado de los barrenos

Al concluir cada barreno se retirará el equipo y el barreno será asegurado o sellado conforme a sus condiciones técnicas. Para el cierre definitivo se instalará el sello o tapón correspondiente y se dejará una identificación con número de barreno, profundidad, inclinación, ubicación y fecha. Si por razones técnicas se requiere conservar temporalmente el collar o un ademe para trabajos posteriores permitidos, esta condición se documentará y quedará físicamente asegurada.



Figura 5. Ejemplo de sellado de barreno.

III.1.4.4 Abandono del sitio

Incluye las actividades finales en cada planilla, constituyen el cierre de la actividad en una planilla operativa y, en parte, el comienzo de la operación o traslado hacia otra planilla. Las actividades de abandono aquí mencionadas se acotan a un contexto de cierre de las planillas, no al abandono del área del Proyecto o término de su vida útil.

Retiro y reubicación del cárcamo portátil

Al concluir la barrenación se retirará el sistema portátil de manejo de fluidos. Los lodos y recortes serán manejados conforme a su composición, se retirará el material impermeable y el cárcamo se trasladará al siguiente frente o fuera del Proyecto. No se contempla el relleno de una excavación permanente.

Limpieza del área y restitución de la planilla

Se realizarán inspecciones y limpieza continua de los frentes para evitar acumulación de residuos, materiales o derrames. Cada planilla deberá quedar limpia antes de la restitución del suelo y del relieve.

Conforme se vaya concluyendo la barrenación, se asegurará que cada planilla quede limpia de cualquier residuo, antes de proceder con la restitución del suelo.

No se contempla la inhabilitación de caminos como una obra del Proyecto, ya que el acceso se realizará sobre vías y senderos existentes. Cualquier afectación puntual atribuible a la exploración será corregida durante el cierre del frente.

Retiro de maquinaria y equipos

La maquinaria y los equipos se retirarán al concluir cada barreno o cuando finalice su uso en la planilla, evitando su permanencia innecesaria en el sitio.

Como medida contingente, cualquier evidencia de suelo afectado por combustibles, lubricantes u otras sustancias será atendida de inmediato mediante contención, retiro del material afectado, manejo conforme a su clasificación y restitución del sitio. El incidente y las acciones ejecutadas quedarán registrados.

La salida de cada frente se documentará mediante una evaluación final de cierre que verifique retiro de equipo y residuos, condición del barreno, ausencia de derrames, restitución del suelo/relieve y necesidad de revegetación o acciones adicionales.

III.1.5 Programa de abandono del sitio

Al concluir cada barreno se ejecutará el cierre progresivo de la planilla: retiro de equipo y cárcamo portátil, manejo de lodos y residuos, aseguramiento o sellado del barreno, restitución del suelo y relieve, y revegetación cuando la afectación real lo requiera. Las superficies que permanezcan temporalmente en uso deberán mantenerse estables, limpias y justificadas.

Las actividades de restauración se aplicarán con base en la afectación efectivamente generada y se desarrollarán de manera progresiva durante la vigencia del Proyecto. La posible evaluación futura de un proyecto de explotación no exime del cierre y estabilización de las áreas intervenidas por la exploración.

A continuación, se describen las acciones de reacondicionamiento, restauración y seguimiento que se aplicarán al cierre progresivo y definitivo de las superficies intervenidas.

III.1.5.1 Tareas de reacondicionamiento del sitio

Retiro del equipo

La máquina de perforación, generador o módulos de potencia, cárcamo portátil y equipos auxiliares serán retirados de la planilla y trasladados al siguiente frente o fuera del área del Proyecto. El mantenimiento preventivo o correctivo se realizará en sitios habilitados para ello, fuera de las planillas.

Restitución del material y suelo fértil

El suelo fértil que haya sido retirado durante la nivelación menor de una planilla será conservado separadamente y restituido al mismo sitio durante el cierre. Al utilizarse un cárcamo portátil, no se considera excavación de suelo asociada a su conformación.

Revegetación

Concluida la limpieza y la restitución del suelo, se evaluará la necesidad de revegetación de cada planilla con base en la cobertura removida, estabilidad del terreno y capacidad de recuperación natural. Cuando se requiera, la revegetación se realizará con especies nativas acordes con la unidad de vegetación local.

Las actividades de restauración del sitio se mencionan como etapa final del Proyecto, sin embargo, esta podrá realizarse de manera gradual y progresiva, conforme al avance del plan de barrenación.

Al tratarse de un proyecto de exploración minera, es probable que los resultados que se obtengan indiquen la factibilidad de pasar a la etapa de explotación. En dicha situación, la empresa se sujetará a las obligaciones, requerimientos y procedimientos que establece la normatividad ambiental.

III.1.5.2 Estrategias de restauración

La incidencia directa del Proyecto se concentra en 0.2425 ha distribuidas en 97 planillas. Aunque la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación ubica el AP dentro de Bosque de Pino-Encino, el diseño aplicará micro-siting y deshierbe selectivo para evitar la remoción de individuos arbóreos y reducir al mínimo la intervención de cobertura. La restauración se realizará de manera progresiva conforme concluya cada frente.

A pesar de lo anterior, se tiene previsto ejecutar las acciones de restauración y revegetación del área que se describen a continuación.

Trasplante

El trasplante no es propiamente una medida de restauración, sin embargo, se incluye como una acción preventiva y estratégica que permitirá, tras el abandono del sitio, mantener la densidad de individuos vegetales.

El trasplante se aplicará a individuos vegetales o arbustivos, sujetos a protección por la normatividad, que se encuentren en la superficie de establecimiento de las planillas de barrenación.

Revegetación

La afectación vegetal se limitará al deshierbe manual y, cuando no sea evitable mediante micro-siting, al retiro selectivo de vegetación arbustiva dentro de la huella. La revegetación se aplicará cuando la cobertura o estabilidad del sitio requieran una intervención activa.

La preparación del terreno para revegetación se iniciará una vez que la planilla quede inactiva y se haya concluido el retiro de equipo, materiales y residuos asociados a la exploración.

Previamente a la plantación, se precisará la preparación del terreno, el manejo de los volúmenes de suelo necesarios, la selección idónea de las especies a plantar, la producción o adquisición de cantidades suficientes de planta y semilla, y el diseño de un plan de manejo, mantenimiento y monitoreo adecuado.

Selección de especies

La selección de especies se logra por medio de la elaboración de una lista de plantas que se adapten a los objetivos del plan de restauración. El primer paso es hacer una preselección de especies mediante un proceso de valoración donde se le otorga un orden preferencial a cada especie y, posteriormente, se realiza una optimización en la que se compara el comportamiento de las diferentes especies previamente seleccionadas y se escogen las más adecuadas.

Para que una planta sea de interés para la restauración, debe cumplir con las siguientes características:

- Fácil propagación y rápido crecimiento
- Resistencia a condiciones extremas (contaminación, humedad, pobreza y compactación edáfica, pH, salinidad, exceso de nutrientes y temperatura)
- Elevada producción de materia orgánica
- Tendencia nula hacia la propagación invasora
- Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas
- Capacidad de crear islas de fertilidad (nodricismo)

Con base en el conocimiento de las especies y asociaciones vegetales originalmente distribuidas en el área del Proyecto, se realizará una selección de especies que atiendan a los criterios mencionados con anterioridad.

Selección de morfotipos

Una vez identificadas las especies con mejor potencial para iniciar la revegetación, se procederá a la selección de morfotipos, de acuerdo con las características de cada área en donde se trabajará:

- Sustrato desnudo. Si no existe cobertura vegetal se introducirán herbáceas y pioneras leñosas.
- Cobertura herbácea. Se introducirán todos los morfotipos leñosos de la secuencia o trayectoria sucesional de la región.
- Áreas con predominio de vegetación leñosa. También se introducirán los morfotipos leñosos de la secuencia o trayectoria sucesional de la región, pero dando prioridad a los árboles preclimáticos o climáticos, de acuerdo con las condiciones microambientales.

Obtención de plantas

A efecto de garantizar la disponibilidad de plantas y especies para la revegetación, se estimará el volumen de plantas por especie que sea requerido, con base en la cobertura proyectada, de manera de establecer oportunamente un plan de obtención adecuado a las necesidades del programa.

En el plan se tendrá en cuenta que, además de los ejemplares necesarios para la plantación inicial proyectada, deberá contarse con individuos adicionales para realizar la reposición de planta.

Preparación del terreno

Antes de la plantación se realizará el acondicionamiento del terreno, de manera que se eleven las probabilidades de supervivencia de las plantas, se contribuya a conservar el suelo fértil, se reduzcan los factores desfavorables del terreno y se faciliten los procedimientos de restauración.

En este caso en particular, el terreno de las áreas de revegetación se preparará mediante la descompactación, renivelación, recontorneo y la colocación del suelo fértil.

i. La renivelación consistirá en suavizar las pendientes pronunciadas del terreno para lograr configuraciones estables. Se efectuará únicamente en los sitios que lo necesiten. En las zonas de pendiente nula o moderada esta actividad no será requerida.

ii. Mediante el recontorneo se procurará dar forma al terreno nivelado, con el propósitio de mejorar las condiciones para el control de la erosión hídrica y favorecer la integración visual del sitio al entorno.

iii. Una vez reniveladas y recontorneadas las áreas, se aplicará una capa de suelo fértil para propiciar un medio de sustento y nutrientes a la plantación.

El suelo colocado es de utilidad, ya que mejorará la estructura del sustrato, las tasas de infiltración, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes necesarios para las plantas.

La colocación de suelo se realizará mediante una capa de 10 y hasta 20 cm de espesor, lo cual se considera suficiente para la fijación de la planta.

Plantación

El establecimiento exitoso de la cubierta vegetal en un área deteriorada depende de factores como la época de siembra, la pendiente del terreno, la localización y la composición del suelo. Para que la reforestación sea exitosa es importante plantar las semillas o plántulas en el momento adecuado.

Usualmente, la siembra debería realizarse inmediatamente antes de empezar la estación lluviosa o apenas esta haya iniciado. Sin embargo, se puede realizar en épocas de estiaje si se dispone de suficiente humedad o un adecuado programa de riego.

Las plantas deben ser colocadas a mano, para lo cual se contratarán trabajadores locales. Antes de la plantación, la cuadrilla recibirá entrenamiento de técnicas de replantación.

De acuerdo con las dimensiones de cada área a revegetar se diseñará el trazo de plantación teniendo en cuenta la densidad deseada.

Manejo y mantenimiento

Para promover los factores de éxito en la revegetación, se mantendrá un plan de manejo y mantenimiento.

El mantenimiento consistirá, esencialmente, en asegurar la disponibilidad de agua en las etapas críticas iniciales del desarrollo de las plantas. Se considera que las características propias del clima local, la hidrología y el patrón de escorrentías, son suficientes para el autosostenimiento de las áreas en proceso de revegetación. No obstante, en caso de ser necesario, especialmente en época de estiaje, se proveerá el riego.

Pese a las previsiones consideradas, y dado que el índice de mortandad se eleva con la presencia de plagas y enfermedades que pudieran presentarse en el sitio de plantación, se hará necesario reponer los ejemplares muertos con nuevas plantas.

En caso de que se identificara que la tasa de sobrevivencia en las áreas en donde se realiza la revegetación fuera menor al 80 %, se realizarán las evaluaciones pertinentes para determinar las causas que motivaron la pérdida, se implementarán acciones correctivas y se hará la reposición de los ejemplares perdidos, procurando en todo momento mantener la densidad deseada.

III.2 Identificación de las sustancias o productos que van a emplearse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas

El Proyecto se apegará a las especificaciones aplicables de la NOM-120-SEMARNAT-2020 para el manejo de sustancias, materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles. Para los productos que se utilicen se integrarán sus hojas de datos de seguridad y se verificará su compatibilidad con el criterio operativo de emplear aditivos biodegradables y de baja toxicidad cuando las condiciones geológicas lo requieran.

Para el funcionamiento de la máquina de barrenación a diamante que se empleará en el Proyecto, se requerirá de insumos (sustancias o aditivos) en diferentes cantidades.

Las proporciones de aditivo a usar y la mezcla de estos, dependerán de las condiciones en que se realizará la perforación, es decir, del tipo de suelo del que se extraen las muestras. En función de estas circunstancias, durante la barrenación el personal experto a cargo determinará el tipo de aditivo a usar y su combinación en la preparación de los lodos de perforación. En ciertos casos, cuando el suelo lo permita, la perforación se realizará únicamente con agua.

Con estas consideraciones, los expertos en perforación definirán el tipo de polímero a utilizar en las cantidades señaladas en la Tabla 7. Una vez elegido el tipo de fluido de perforación a utilizar, la proporción de las cantidades señaladas se calcula por cada máquina de perforación. Dichas cantidades pueden variar en función de las condiciones del suelo.

Tabla 7. Aditivos por utilizar durante las barrenaciones consideradas en el Proyecto.

Aditivo o fluido de perforación	Descripción del uso del aditivo o fluido de perforación	Cantidad[1]
Soda Ash	Carbonato de sodio, equilibra el PH del agua.	0.5 kg disuelto en 1,000 l de agua
Bentonita	Para terrenos fracturados o superiores a 250 m de profundidad.	12 kg por cada 1,000 l de agua
DD 955	Aditivo especial para trabajar terrenos arcillosos.	1/4 de l por cada 1,000 l de agua
Sand Drill	Para terrenos muy fracturados	1/4 por cada 1,000 l de agua
Pack LB	Para mejorar la viscosidad del agua	1/4 por cada 1,000 l de agua
DD Spand	Para cuando existe la pérdida de agua en el barreno	1 l por cada 1,000 l de agua
Torqueless	Para liberar un poco el torque causado por arcillas.	1/4 por cada 1,000 l de agua

Aditivo o fluido de perforación	Descripción del uso del aditivo o fluido de perforación	Cantidad[1]
DD 2000	Mejora la viscosidad del agua y genera pared en el barreno, este aditivo se ocupa desde el inicio de la barrenación hasta terminarlo.	1/4 por cada 1,000 l de agua

1. Las cantidades de la Tabla 6 corresponden a referencias operativas del sistema de perforación y podrán variar según las condiciones geológicas. Antes del cierre del IP deberá integrarse, para cada producto efectivamente seleccionado, su estado físico, pH, densidad/solubilidad cuando aplique, peligrosidad relevante, incompatibilidades, condiciones de almacenamiento y referencia a la HDS/SDS.

Almacenamiento de combustibles, aceites y lubricantes

Los combustibles, aceites y lubricantes se manejarán mediante un esquema de suministro controlado. La planilla contará con protección impermeable bajo los equipos y cualquier depósito o recipiente temporal de combustible o lubricante, además de recipientes para fugas, kit de derrames y extintores.

El diésel se suministra mediante bidones de 20 litros. En la planilla existe una capacidad instalada para tener un máximo de 100 litros disponibles por turno. En cada turno se cargan los equipos y se restablece el stock de 100 litros todos los días, por lo que se cuenta con cinco bidones de 20 litros.

Por otro lado, los fluidos de perforación que se estén utilizando en cada turno de barrenación serán colocados sobre la plataforma de barrenación en el estante para fluidos de perforación.

III.3 Emisiones, descargas y residuos

III.3.1 Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas provendrán del equipo de potencia/generación, los vehículos ligeros y el tránsito temporal sobre accesos existentes. Se prevén gases de combustión, ruido y levantamiento puntual de polvo. La estimación cuantitativa se realizará con base en el equipo final, horas de operación y consumo de combustible.

Para un escenario preliminar de referencia, integrado por un motor diésel de 100 kW, operando al 65 % de carga durante 8 horas por jornada, se estima una demanda energética de 520 kWh por jornada y emisiones del orden de 9.81 kg de NOx, 2.11 kg de CO, 0.65 kg de SOx, 0.70 kg de PM10 de combustión, 0.78 kg de compuestos orgánicos totales y 364 kg de CO_2 por jornada. Estos valores son indicativos y serán confirmados durante la operación de los equipos.

En materia de ruido, tomando como referencia los niveles máximos medidos para equipos de perforación y generación, se prevé un nivel combinado aproximado de 83 a 86 dB(A) a 15 m del equipo, disminuyendo a aproximadamente 79–82 dB(A) a 25 m, 73–76 dB(A) a 50 m, 67–70 dB(A) a 100 m y 61–64 dB(A) a 200 m, bajo condiciones de propagación libre.

La emisión será intermitente y concluirá al término de las actividades. El mantenimiento preventivo, la adecuada condición mecánica de los equipos, la limitación de tiempos ociosos y, cuando resulte necesario, la ubicación estratégica del equipo respecto de receptores sensibles, constituirán medidas de control.

III.3.2 Residuos y efluentes

III.3.2.1 Residuos sólidos

Los residuos sólidos serán generados principalmente por el personal durante la ejecución del Proyecto. Pueden ser de diferentes tipos, pero los más comunes y esperados son:

- Residuos de tipo doméstico resultantes del consumo de alimentos de los trabajadores.
- Residuos de embalaje del equipo.
- Residuos vegetales.

Los residuos domésticos y de embalaje serán colocados en contenedores con tapa y retirados periódicamente. Los restos vegetales producto del deshierbe manual se reincorporarán al sitio de forma dispersa y estable cuando ello no interfiera con escurrimientos ni favorezca riesgos; de no ser viable, se manejarán como residuo de manejo compatible con la regulación local.

III.3.2.2 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se refieren a los residuos generados por el uso de materiales potencialmente peligrosos durante el desarrollo del Proyecto, como aceites quemados, contenedores vacíos con residuos de aceites, estopas, papel o trapos impregnados de aceites, grasas o combustibles, entre otros.

No se realizarán actividades ordinarias de mantenimiento o reparación de maquinaria dentro de las planillas. Sin embargo, podrán generarse residuos peligrosos de manera eventual por fugas, derrames, materiales absorbentes, envases o consumibles; por ello se

establecerá un esquema preventivo de segregación, almacenamiento temporal, registro y entrega a prestadores autorizados cuando corresponda.

A pesar de lo anterior, como protocolo de prevención, se tienen en cuenta los lineamientos establecidos en la NOM-120-SEMARNAT-2020, específicamente en lo referente a materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles y sus residuos[3].

Este protocolo de prevención para el manejo (almacenamiento y transporte) de residuos, incluye los siguientes puntos:

a) La disposición de este tipo de residuos incluye el almacenaje temporal en recipientes cerrados y resguardados.

b) El almacenamiento temporal de residuos peligrosos, en caso de generarse, se realizará en un sitio seguro y controlado fuera de la planilla activa, sobre superficie impermeable y con medidas de contención, señalización y acceso restringido.

c) La superficie de almacenamiento temporal será impermeable y contará con contención secundaria adecuada al volumen y tipo de residuo.

d) Contar con señalética alusiva a la peligrosidad de los residuos, colocada en lugares y formas visibles.

e) Registro rutinario en bitácoras de la generación y movimiento de los residuos. Esta bitácora deberá estar físicamente en los almacenes temporales.

f) Tener contrato para la disposición final de estos residuos, con empresas especializadas y autorizadas en el manejo y disposición final de los residuos peligrosos. La empresa encargada de la recolección deberá entregar los manifiestos correspondientes de los residuos peligrosos recolectados.

III.3.2.3 Residuos sanitarios

No se contempla descarga de aguas residuales al suelo o a cuerpos receptores. Durante las actividades de barrenación se utilizarán servicios sanitarios portátiles, cuyo contenido

[3] Asimismo, para el manejo de residuos peligrosos, se tomará en cuenta la normatividad aplicable: NOM-054-SEMARNAT-1993 y NOM-052-SEMARNAT-2005, que indican el proceso para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos y el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, respectivamente.

será retirado periódicamente por una empresa prestadora del servicio, para su manejo y disposición fuera del área del Proyecto.

Cada planilla de barrenación contará con cuatro trabajadores por turno, correspondientes a un perforista, dos ayudantes y un responsable logístico. Considerando dos turnos diarios de 12 horas, se estima una ocupación equivalente a ocho jornadas-persona por día para cada planilla en operación.

Para efectos de estimación se adoptó conservadoramente una generación de 20 L de residuos sanitarios por persona-turno, obteniéndose un volumen aproximado de 160 L/día (0.16 m³/día) por planilla. Incorporando un margen de seguridad del 20 %, la generación máxima se considera del orden de 0.20 m³/día por planilla. Estos residuos permanecerán contenidos en las unidades sanitarias y no serán descargados al ambiente.

Respecto de los residuos sólidos urbanos generados por el personal, considerando una tasa promedio de 0.50 kg/persona-turno, se estima una generación aproximada de 4.0 kg/día por planilla o hasta 4.8 kg/día, incorporando un margen conservador del 20 %. Estarán constituidos principalmente por residuos de alimentos, envases, PET, papel y otros residuos domésticos asociados a la presencia temporal del personal.

Los residuos sólidos urbanos serán depositados temporalmente en recipientes con tapa, identificados y distribuidos en las áreas de trabajo, y serán retirados periódicamente para su manejo y disposición conforme al sistema de recolección establecido para el Proyecto.

III.4 Descripción del ambiente

III.4.1 Delimitación y justificación del área de influencia

Se considera que las actividades del Proyecto sólo tendrán influencia dentro del área ocupada por cada planilla de barrenación, por lo que esta sección se desarrolla en términos del SA, el cual consiste en un polígono envolvente de 1,945.1988 hectáreas (Figura 6).

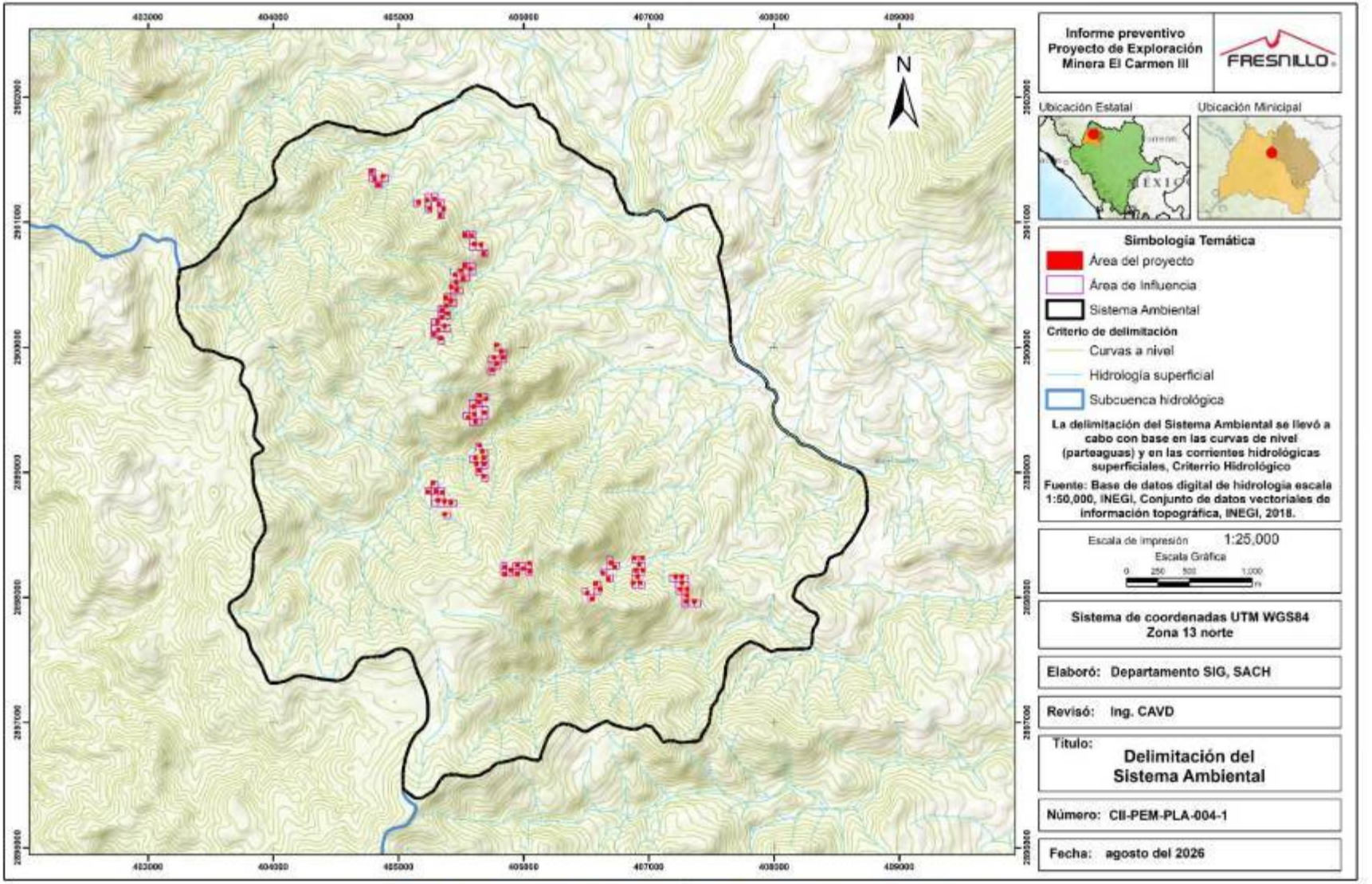


Figura 6. Sistema ambiental definido para el Proyecto.

La delimitación del SA se realizó mediante el método de análisis espacial de modelos digitales de elevación (MDE) en escala 1:50,000. El procesamiento del MDE se llevó a cabo mediante Sistemas de Información Geográfica (Arc GIS Pro 3.0.2). Una de las claves para la derivación de características hidrológicas de una superficie (entre ellas la delimitación de cuencas) es la capacidad de determinar la dirección del flujo, que se calcula con la herramienta Flow Direction de ArcGIS Pro 3.0.2.

Posteriormente, se generó una capa de acumulación de flujo (Flow Accumulation), resultando áreas de flujo concentrado que pueden ser útiles para identificar canales de arroyos. Con lo anterior, se definió la red de corrientes y puntos de salida de agua. Adicionalmente, se procesó la información obtenida en la herramienta Watershed de ArcGIS Pro 3.0.2, la cual dibuja cuencas de menor escala en el área de interés con base en los puntos de salida del agua, así como con la dirección del flujo. El fin de dicha variable es contar con una delimitación más puntual y acotar los límites precedentes del SA.

Ya que el Proyecto representará una afectación puntual y mínima sobre la superficie de su ubicación, el análisis se ha efectuado tanto a una escala amplia, como una detallada. Esta última a partir de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite, así como trabajo de campo, cuyos resultados se presentan en este documento.

Componentes como el climático, fisiográfico y socioeconómico están referidos a la escala amplia, considerando que la información que se puede obtener se refiere al ámbito municipal, en el mejor de los casos.

III.4.2 Atributos ambientales : medio físico

III.4.2.1 Clima

De acuerdo con la clasificación hecha por Köppen, adaptada por E. García para las condiciones de la república mexicana (2004), en el SA definido hay tres tipos de clima: C(E)(w2) semifrío subhúmedo, C(w1) templado subhúmedo y C(w0) templado subhúmedo (Figura 7 y Tabla 8).

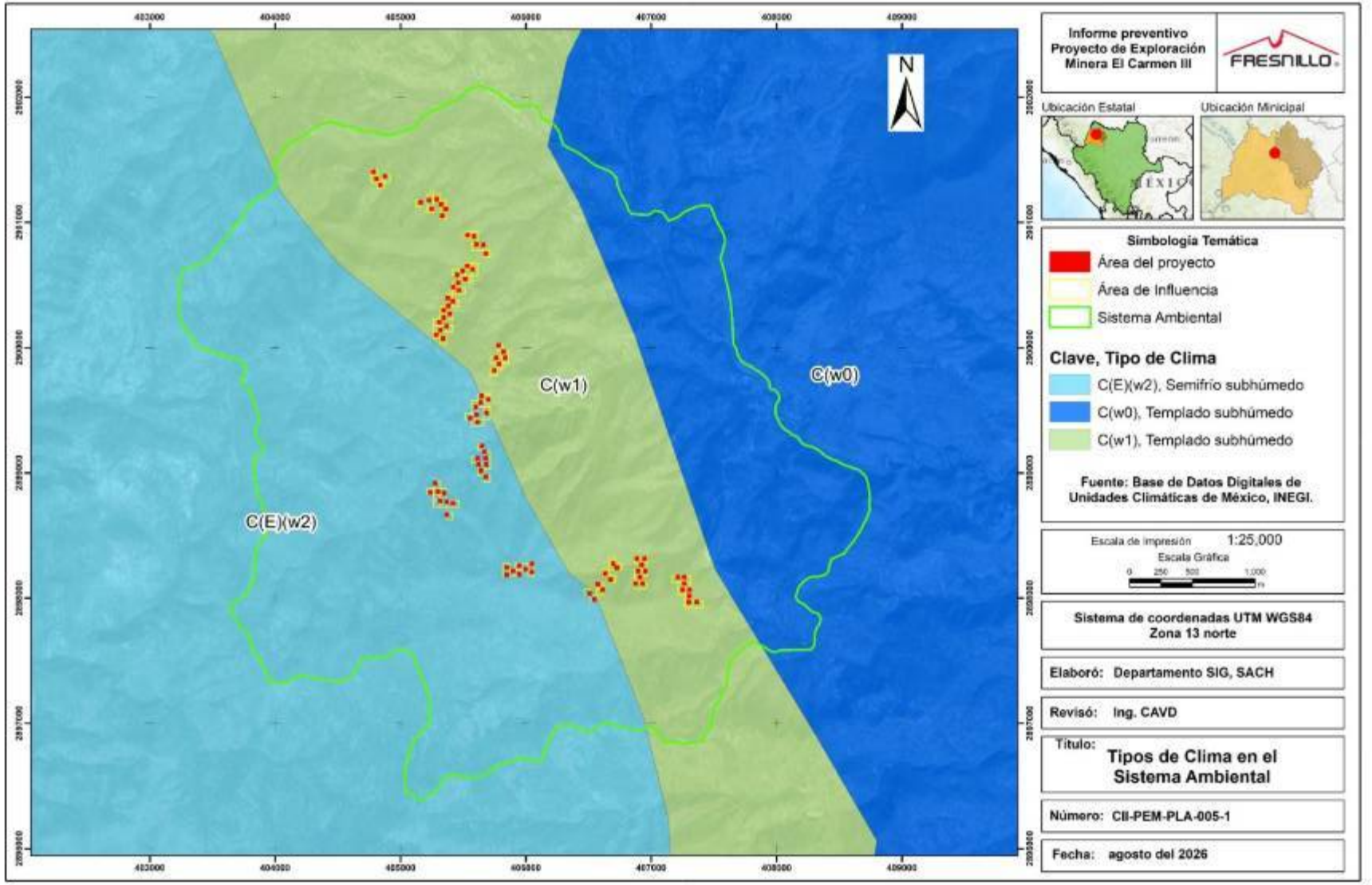


Figura 7. Climas en el SA y área del Proyecto.

Tabla 8. Tipos de clima en el Área del Proyecto.

Clave	Tipo de clima	Superficie (ha)	Superficie (%)
C(E)(w2)	Semifrío subhúmedo	0.08	32.99%
C(w1)	Templado subhúmedo	0.1625	67.01%
	Total	**0.2425**	**100%**

- **C(E)(w2)**. Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Es el más húmedo dentro de los subtipos subhúmedos de zonas semifrías. Presenta una temperatura media anual entre 5 °C y 12 °C. La temperatura del mes más frío oscila entre -3 °C y 18 °C. La temperatura del mes más caliente promedia por debajo de 22 °C. Tiene abundantes lluvias en verano. El porcentaje de lluvia invernal es de entre 5% y 10.2% del total anual. Se localiza en las partes altas y montañosas del Eje Neovolcánico Transversal y cumbres elevadas del país, típicamente por encima de los 2,800 a 3,000 m.s.n.m. En el SA se encuentra en la parte oeste.

- **C(w1)**. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano (de tipo intermedio dentro de los subhúmedos), caracterizado por una temperatura media anual de entre 12 °C y 18 °C. La temperatura del mes más frío oscila entre -3 °C y 18 °C. La temperatura del mes más caliente promedia por debajo de 22 °C. Lluvias concentradas principalmente en el verano, con un total anual de 200 a 1,800 mm. Se ubica en la parte central del SA y en él se encuentra la mayor parte de las planillas de barrenación proyectadas.

- **C(wo)**. Clima templado subhúmedo. Es el menos húmedo de su grupo, caracterizado por presentar temperaturas moderadas, un régimen de lluvias concentrado en los meses de verano e inviernos secos. Temperatura media anual por lo general entre 12 °C y 18 °C, con el mes más frío entre -3 °C y 18 °C. Precipitación escasa en comparación con otros subhúmedos. Las lluvias se acumulan principalmente de mayo a octubre, con inviernos muy secos (menos del 5% de lluvia invernal). Se ubica en la parte este del SA y en él no se encuentra ninguna porción del AP o de su área de influencia.

III.4.2.2 Geología y fisiografía

De acuerdo con la carta geológica del conjunto de datos vectoriales geológicos serie I. escala 1:250,000, del INEGI, el SA se caracteriza por la presencia del tipo de roca riolita con toba ácida, la cual se encuentra también en el AP y su AI (Figura 8).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales fisiográficos continuo nacional serie I. Escala 1:1,000,000 del INEGI, el SA se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental. Esta provincia es la cadena montañosa más grande de México, consolidada como el principal pulmón verde del norte del país. Con una longitud aproximada de 1,500 km y una superficie que abarca casi la sexta parte del territorio nacional, esta formación actúa como un gigantesco regulador climático y la mayor fuente de captación de agua en regiones áridas.

La cordillera corre de noroeste a sureste bordeando la costa del Pacífico y atravesando los estados de Sonora y Chihuahua, en el norte, Sinaloa, Durango, Zacatecas y Aguascalientes, en su sección centro, Nayarit y Jalisco en el sur, punto donde se conecta con el Eje Volcánico Transversal. Su relieve se distingue por mesetas elevadas que superan los 3,000 m.s.n.m. (como el Cerro Gordo en Durango y el Cerro Moinora en Chihuahua), interrumpidas abruptamente por cañones y profundas barrancas que llegan a rebasar los 2,000 metros de profundidad, destacando el famoso Cañón del Cobre.

Asimismo, el SA se localiza en su totalidad dentro de la subprovincia denominada Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (Figura 9). Esta se caracteriza por una enorme meseta volcánica muy alta y por cañones hondos formados por el paso de los ríos.

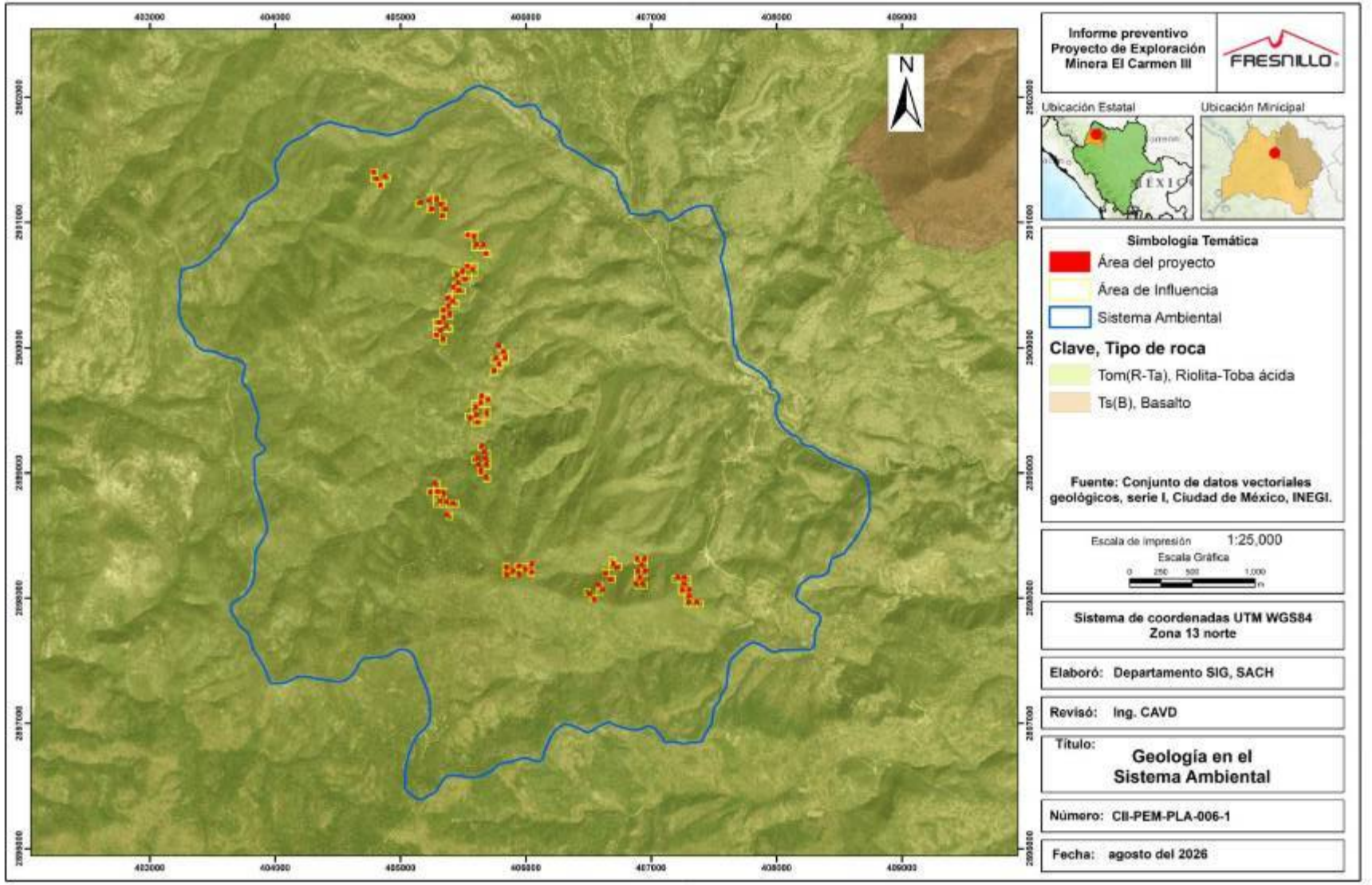


Figura 8. Tipo de roca identificada en el SA y en el área del Proyecto.

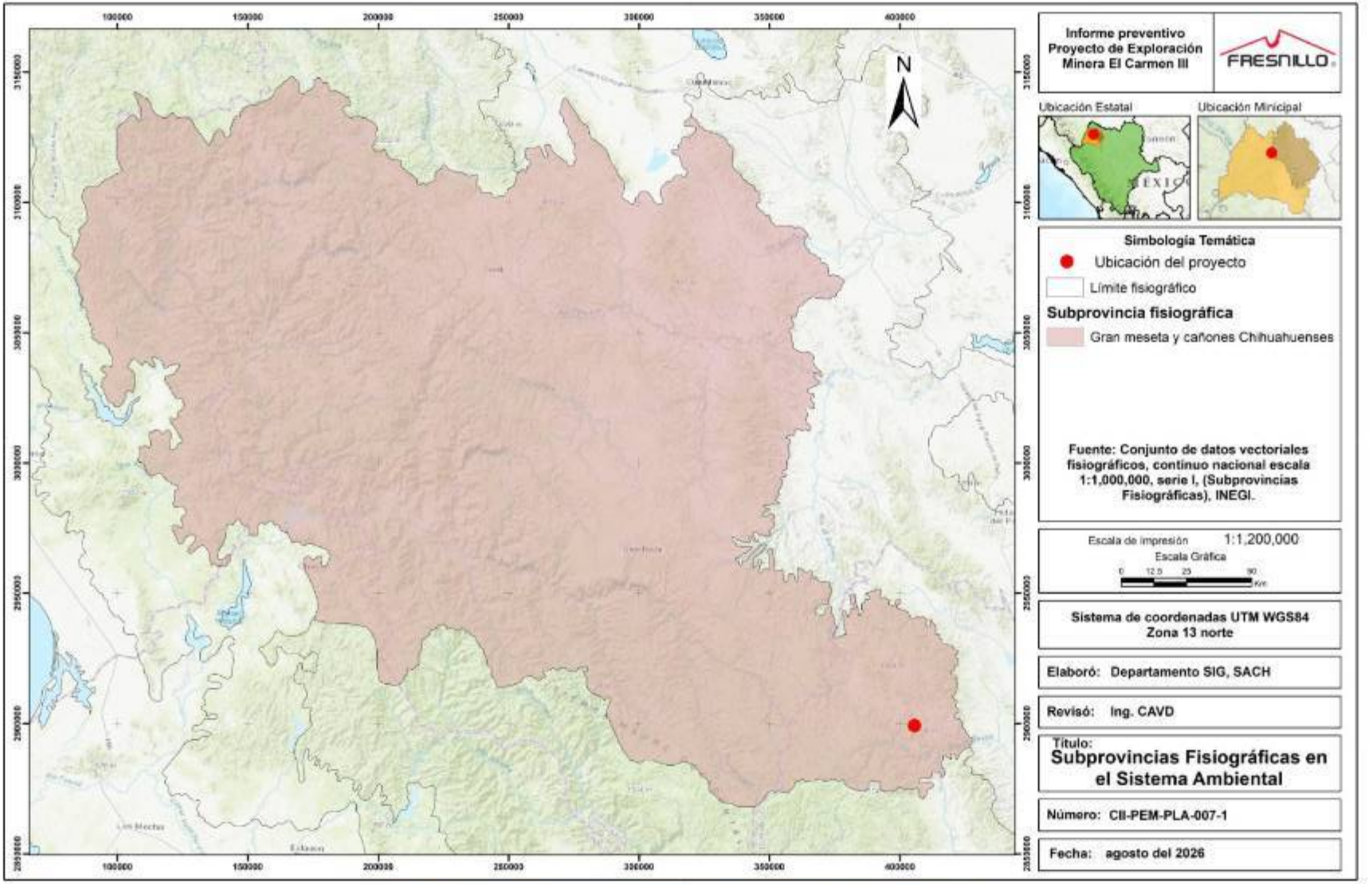


Figura 9. Fisiografía de la zona de ubicación del Proyecto.

III.4.2.3 Suelo

De los diferentes sistemas de clasificación de suelo, para el presente Proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1: 250 000 Serie II del INEGI. Con base en esta información, en el SA se presentan dos tipos de suelo, siendo el leptosol lítico el de mayor presencia, seguido por una mínima parte de regosol esquelético (Figura 10).

Leptosol lítico. Es un suelo muy delgado y pedregoso que tiene roca dura a menos de 10 centímetros de la superficie. Antes se conocía como litosol. Este suelo se forma en zonas con pendientes fuertes, montañas o colinas. Tiene poca profundidad, descansa directo sobre roca dura, no tiene capas de suelo complejas, contiene mucha grava y roca, y no sirve para la agricultura pesada. Ayuda a crecer plantas pequeñas o pastos naturales. Se desgasta o erosiona muy fácil con la lluvia o el viento. Ocupa la mayor parte del SA.

Regosol esquelético. Es un tipo de suelo mineral muy joven y débilmente desarrollado, caracterizado por la ausencia de capas profundas y un alto contenido de piedras, gravas o fragmentos de roca (condición "esquelética") dentro de su estructura suelta o poco consolidada. Presenta únicamente un perfil simple de tipo A-C, sin un horizonte B o de acumulación avanzada. Abundan las gravas, cantos o gravillas en todo el perfil del terreno. Debido a la presencia masiva de fragmentos gruesos y su baja materia orgánica, retienen muy poca humedad. Se forman sobre materiales sueltos recientes, laderas muy erosionadas, zonas áridas o semiáridas y regiones montañosas. Está presente en una mínima parte del norte del SA.

Grado de degradación del suelo

Para conocer el estado de degradación del suelo en la zona de interés, se usó la metodología ASSOD *Assesment of the Status of Human-Induced Soil Degradation* (Estimación del estado de la degradación del suelo inducida por el hombre), que es una modificación de la metodología propuesta por Oldeman (1988) llamado GLASOD.

En el SA se presenta erosión hídrica con pérdida del suelo superficial de tipo moderado (Figura 11).

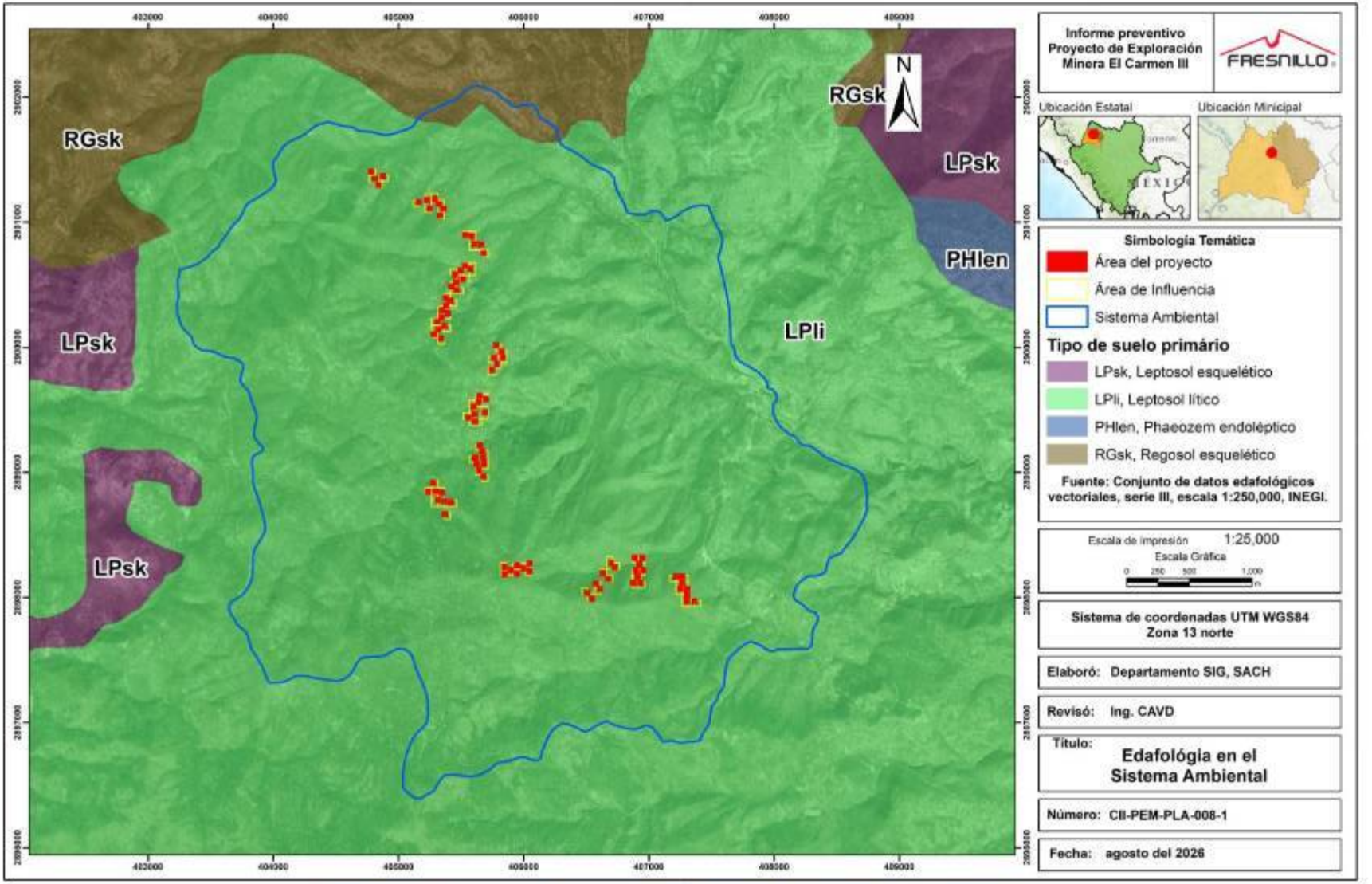


Figura 10. Tipos de suelo identificados en el SA y área del Proyecto.

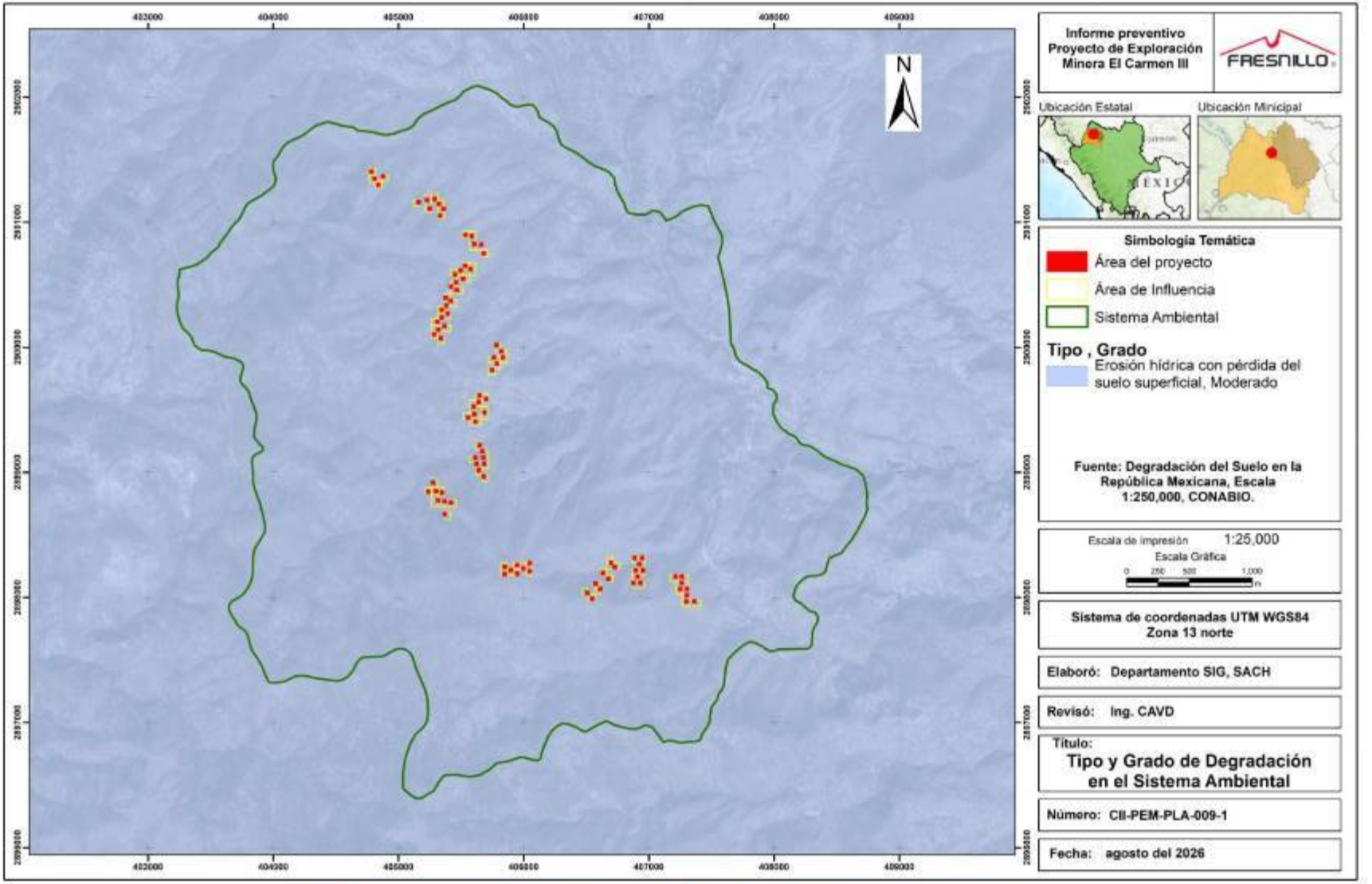


Figura 11. Tipo de degradación del suelo presente en el área de estudio.

III.4.2.4 Hidrología

Hidrología superficial

El SA definido para el Proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH36 Nazas-Aguanaval, la cual se localiza en el norte de México, abarcando una superficie aproximada de casi 90,000 km² en la altiplanicie septentrional, principalmente en los estados de Durango, Coahuila y Zacatecas.

El área de interés se localiza específicamente dentro de la cuenca Presa Lázaro Cárdenas (RH36C) y a su vez se ubica dentro de la subcuenca Arroyo de Lobos (RH36Ce; Figura 12). De acuerdo con la Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, no se encuentran cuerpos de agua dentro del área de estudio, aunque sí una corriente de agua que no será intervenida (Figura 13).

Hidrología subterránea

El SA del Proyecto está influenciado por el acuífero Matalotes-El Oro (clave 1009; Figura 14). Es un cuerpo de agua subterránea ubicado en el estado de Durango, dentro de la Región Hidrológico-Administrativa Cuencas Centrales del Norte. Funciona como una zona clave de recarga e influye en el caudal de ríos regionales como el río El Oro (o Sextín). Es de tipo libre, alojado en un relleno de depresión tectónica, compuesto por conglomerados continentales.

Está catalogado oficialmente como un acuífero subexplotado (sin sobreexplotación neta), lo que significa que cuenta con disponibilidad media anual positiva de agua subterránea. Cuenta con numerosos manantiales de escaso gasto en los márgenes del arroyo Matalotes, además de pozos y norias con niveles estáticos superficiales (de 1 a 10 metros) y buena calidad de agua en general.

A pesar de lo anterior, es necesario destacar que no se necesitará pedir la autorización para concesiones de agua para el funcionamiento del Proyecto.

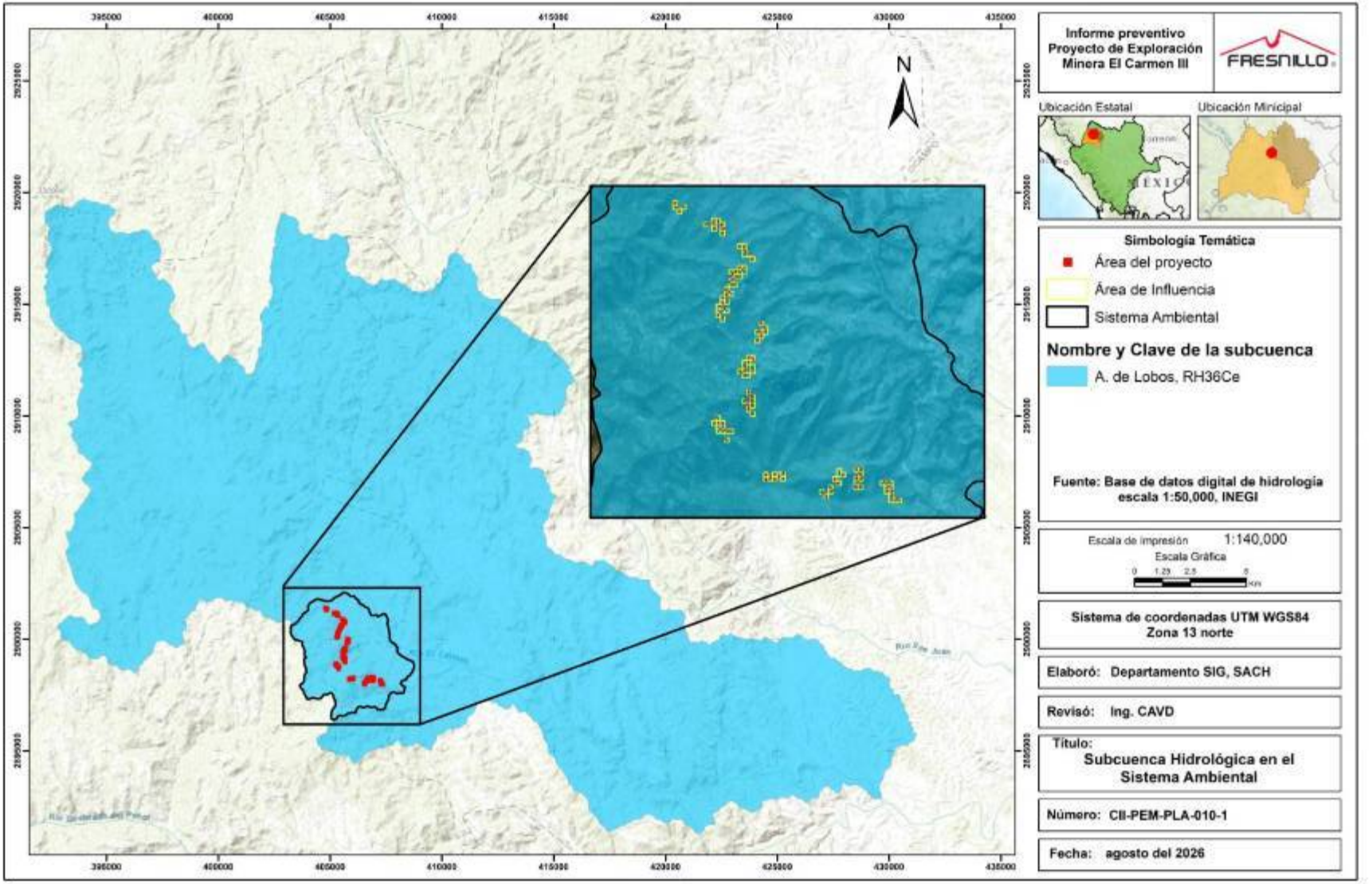


Figura 12. Subcuenca hidrológica donde se ubica el SA del Proyecto.

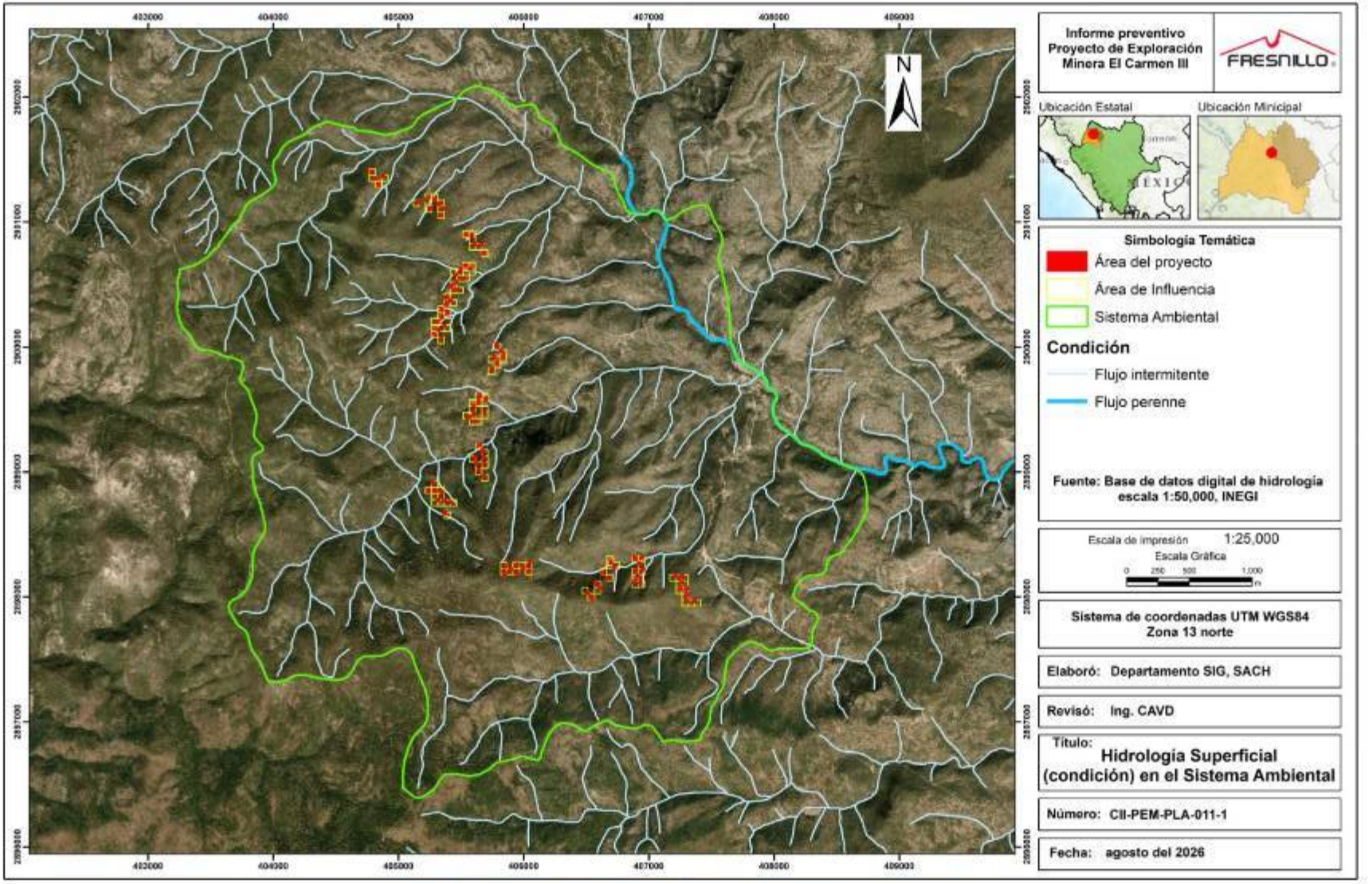


Figura 13. Hidrología superficial en la zona de estudio.

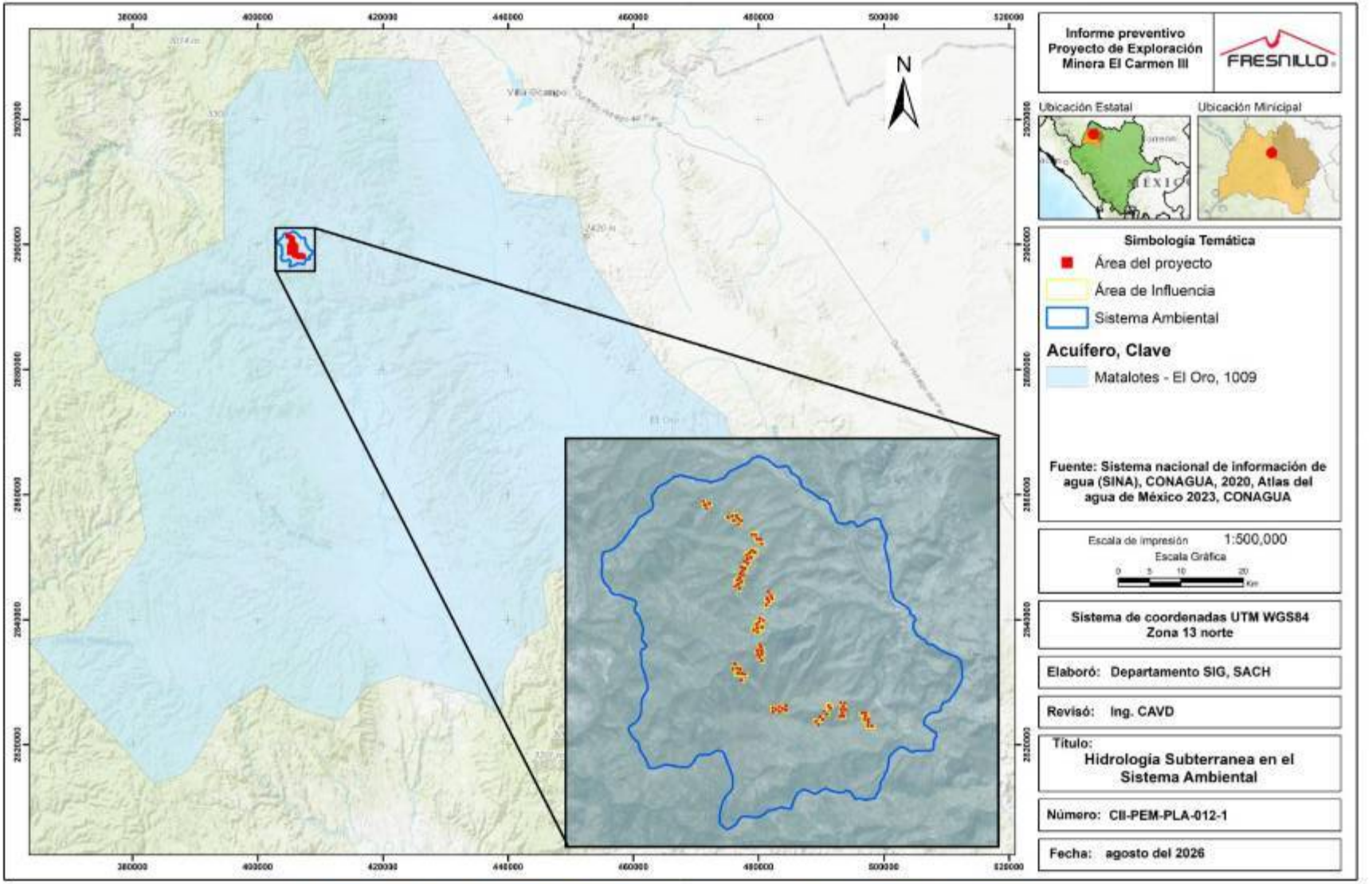


Figura 14. Acuífero con influencia en el SA definido para el Proyecto.

III.4.3 Atributos ambientales : medio biótico

III.4.3.1 Vegetación

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, Serie VII del INEGI, en el SA se identifica la presencia de tres tipos de vegetación (Tabla 9). En la mayor parte de la superficie del SA se encuentra bosque de pino-encino, seguido por vegetación secundaria arbustiva de bosque del mismo tipo, ubicada en dos áreas, al este y al oeste del SA, bosque de encino-pino en el norte y un pequeño manchón de bosque de encino en la zona este (Figura 15).

Tabla 9. Tipos de vegetación presentes en el SA definido para el Proyecto.

Uso de suelo y vegetación	Clave	Sistema ambiental	
		Superficie (ha)	Superficie (%)
Bosque de pino-encino	BPQ	1,407.4126	72.35%
Bosque de encino	BQ	9.1119	0.47%
Bosque de encino-pino	BQP	178.786	9.19%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	VSa/BPQ	349.8883	17.99%
Total	-	**1,945.1988**	**100%**

Muestreo

Para verificar lo anterior, durante julio de 2026 se llevó a cabo una visita técnica de campo, donde se establecieron 97 sitios de muestreo en el SA y 97 en el área de influencia del Proyecto (AI). En cada sitio de muestreo se obtuvieron datos para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Para el estrato arbóreo y arbustivo se utilizaron sitios con una superficie de 25 m^2. El estrato herbáceo se muestreó colocando tres cuadrantes de 1 m^2 y cuya distribución fue aleatoria (Figura 16).

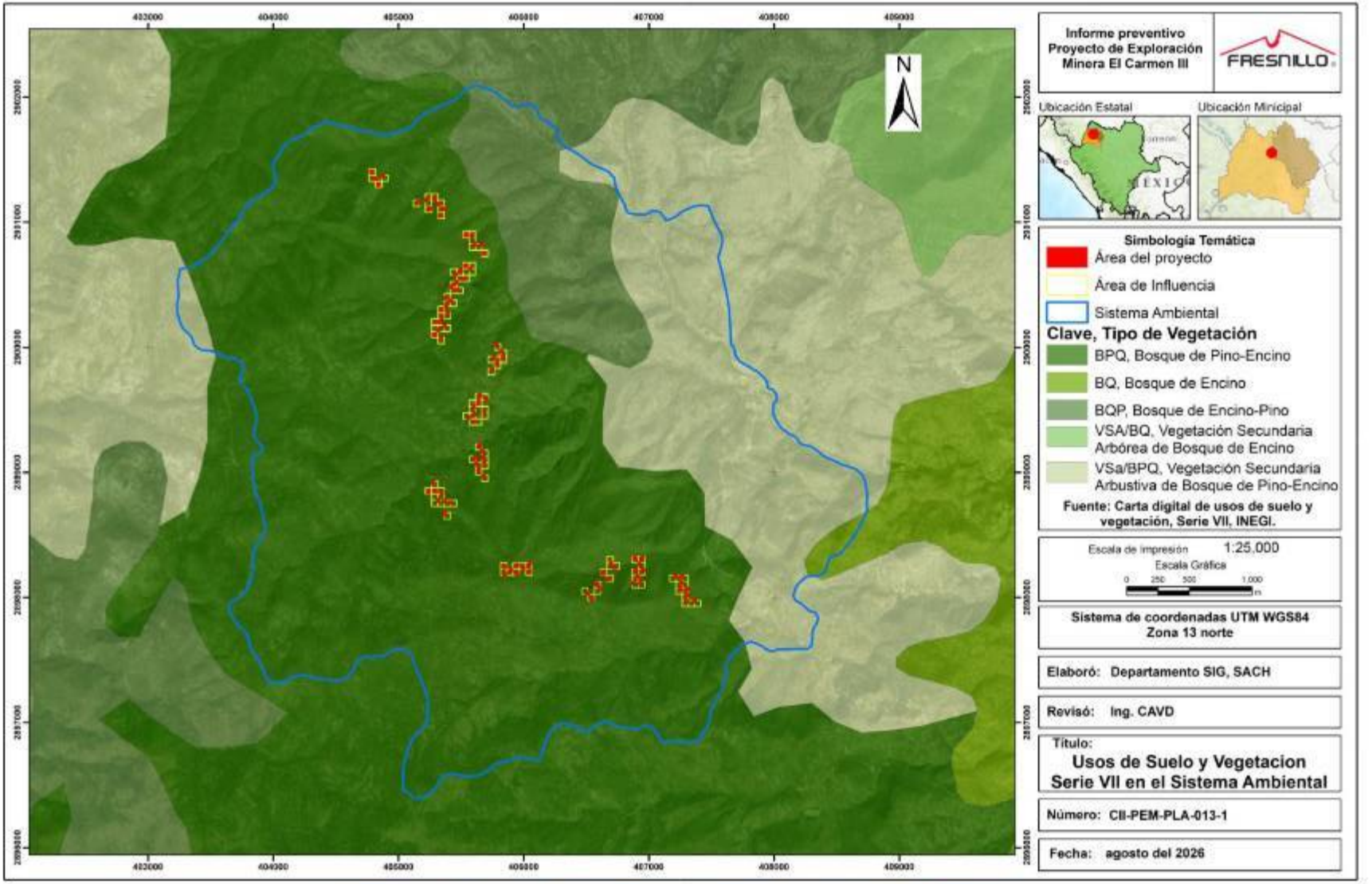


Figura 15. Uso del suelo y vegetación en el SA y sitio del Proyecto.



Figura 16. Forma y dimensiones de la unidad de muestreo.

A continuación, se presentan las coordenadas (UTM WGS84) de los sitios de muestreo para la vegetación, tanto del SA como del AI del Proyecto, además de su representación gráfica (Tablas 10 y 11; Figuras 17 y 18).

Tabla 10. Coordenadas de los sitios de muestreo de la vegetación en el SA.

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	405049.56	2901527.5	51	406687.528	2899460.1
2	404958.676	2901624.57	52	406676.389	2899224.07
3	404913.04	2901496.17	53	406441.956	2899070.79
4	404777.293	2901632.69	54	406311.48	2898930.77
5	404743.647	2901495.79	55	406121.6	2898906.37
6	404617.182	2901628.83	56	406019.764	2899017.75
7	405365.722	2899158.51	57	408292.286	2898486.06
8	405491.026	2899166.24	58	408209.545	2898693.98
9	405480.197	2899068.79	59	408154.384	2898910.38
10	405352.766	2899057.76	60	408090.207	2899112.06
11	405244.478	2898355.44	61	403658.854	2900532.24
12	405360.501	2898442.07	62	403873.132	2900657.41
13	405275.417	2898510.14	63	404074.681	2900805.92
14	405280.058	2898667.93	64	404274.109	2900854.72
15	405320.279	2898298.2	65	404335.634	2900674.38
16	405465.695	2898222.4	66	404511.724	2900780.46
17	405790.558	2898336.88	67	404490.508	2900905.63
18	405914.316	2898384.83	68	404683.571	2900892.9
19	405690.005	2898219.31	69	404878.755	2900939.58

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
20	405572.435	2898172.9	70	405095.155	2900933.21
21	405658.243	2901898.85	71	405214.119	2900649.79
22	405492.761	2901847.93	72	405161.522	2900066.58
23	405414.263	2901697.3	73	405249.699	2900380.62
24	405480.031	2901470.29	74	405255.887	2900498.18
25	407254.938	2900373.95	75	404974.339	2900696.2
26	407237.966	2900202.11	76	405201.743	2900221.28
27	407388.597	2900081.18	77	404249.512	2900075.77
28	407450.123	2899930.54	78	404234.662	2899903.93
29	407598.632	2899826.59	79	404179.501	2899693.89
30	407768.358	2899777.79	80	404090.395	2899492.34
31	407312.775	2898437.43	81	404970.845	2899439.3
32	407928.469	2899391.91	82	404818.092	2899613.27
33	407897.53	2899562.08	83	404610.179	2899668.43
34	407543.153	2898703.13	84	404656.853	2899908.17
35	407465.925	2898669.47	85	404996.304	2899976.06
36	407700.149	2899054.25	86	407112.735	2900687.21
37	407755.31	2899215.49	87	407197.598	2900943.92
38	407817.896	2899112.59	88	406993.927	2900986.35
39	407944.129	2899196.39	89	407027.956	2900543.32
40	407478.301	2898451.35	90	406979.16	2900806.39
41	406488.1	2899954.42	91	405857.344	2897301.19
42	406131.677	2899776.21	92	405706.713	2897581.24
43	405991.654	2900179.31	93	405517.893	2897778.55
44	405855.873	2900429.65	94	405333.317	2897837.95
45	407277.423	2897090.9	95	404946.131	2897830.52
46	407366.529	2897370.95	96	404761.555	2898011.39
47	407056.78	2897290.33	97	404627.896	2897920.16
48	407035.564	2897515.21			
49	406865.839	2897684.94			
50	406776.733	2897863.15			

Tabla 11. Coordenadas de los sitios de muestreo de la vegetación en el AI.

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	404801.988	2901390.64	52	405700.845	2899100.36
2	404778.16	2901350.93	53	405672.91	2899044.49
3	404847.725	2901315.6	54	405631.281	2899040.65
4	404895.105	2901352.57	55	405588.009	2899103.65
5	405136.937	2901153.46	56	405698.654	2898949.73
6	405233.341	2901210.98	57	405634.02	2898991.91

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
7	405240.461	2901144.7	58	405298.249	2898896.05
8	405281.543	2901210.98	59	405270.314	2898856.61
9	405352.75	2901162.09	60	405333.305	2898854.97
10	405339.604	2901125.67	61	405339.33	2898802.38
11	405331.388	2901083.49	62	405332.757	2898745.42
12	405355.215	2901053.36	63	405394.653	2898748.7
13	405555.692	2900912.86	64	405453.262	2898750.9
14	405604.989	2900910.67	65	405396.296	2898649.56
15	405583.901	2900850.42	66	405830.114	2898259.02
16	405620.326	2900800.85	67	405833.401	2898208.07
17	405700.845	2900755.66	68	405904.608	2898192.19
18	405581.71	2900658.98	69	405939.664	2898239.3
19	405602.25	2900598.18	70	405983.484	2898263.95
20	405551.31	2900550.25	71	406035.521	2898247.51
21	405437.925	2900608.86	72	406028.948	2898208.62
22	405488.318	2900582.02	73	406050.31	2898188.9
23	405448.88	2900492.74	74	406491.796	2898055.8
24	405502.56	2900449.47	75	406539.177	2898008.42
25	405433.543	2900447.82	76	406582.449	2898082.91
26	405392.462	2900411.13	77	406606.824	2898116.05
27	405446.142	2900353.06	78	406704.323	2898145.91
28	405380.959	2900356.9	79	406643.523	2898211.36
29	405326.184	2900282.4	80	406699.394	2898244.77
31	405384.246	2900247.35	81	406747.869	2898262.03
30	405353.572	2900268.71	82	406679.127	2898313.24
32	405282.912	2900203.53	83	406911.921	2898303.93
33	405290.033	2900159.71	84	406950.537	2898294.89
34	405382.603	2900146.56	85	406951.085	2898257.1
35	405300.988	2900118.63	86	406927.258	2898226.7
36	405342.069	2900046.32	87	406929.175	2898194.66
37	405796.154	2899996.48	88	406880.973	2898189.45
38	405846.547	2899946.63	89	406895.214	2898134.95
39	405735.354	2899900.07	90	406918.494	2898100.17
40	405807.657	2899896.79	91	407193.464	2898150.01
41	405793.415	2899842.56	92	407240.023	2898139.61
42	405734.258	2899794.91	93	407296.989	2898139.61
43	405685.508	2899606.48	94	407283.295	2898084.28
44	405645.523	2899591.14	95	407273.983	2898042.11
45	405592.391	2899556.64	96	407287.677	2897991.17
46	405585.818	2899482.69	97	407324.376	2897948.44
47	405541.45	2899455.3			

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
48	405693.725	2899508.43			
49	405632.924	2899397.79			
50	405634.568	2899194.02			
51	405698.107	2899154.59			

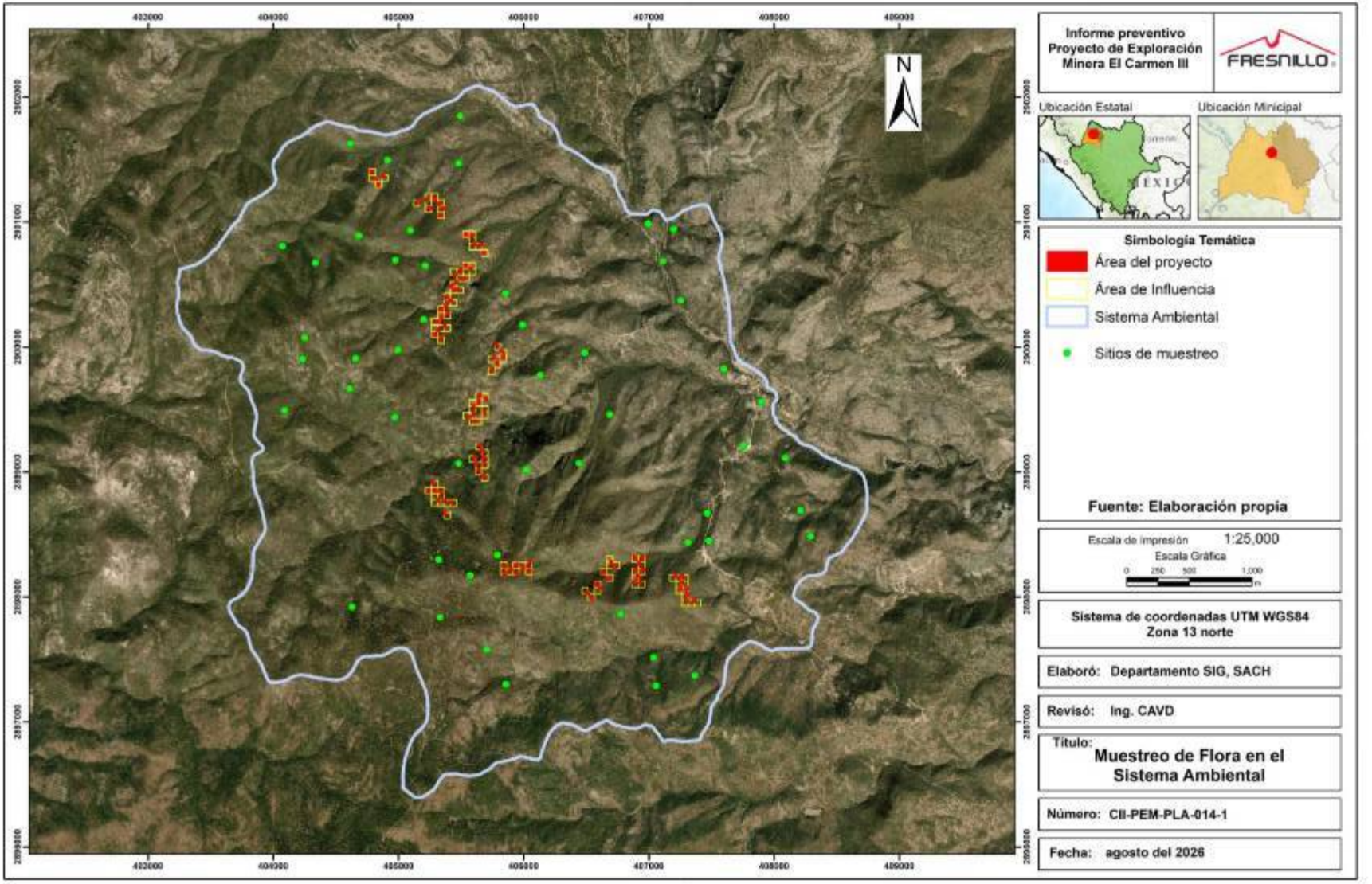


Figura 17. Sitios de muestreo de la vegetación del SA del Proyecto.

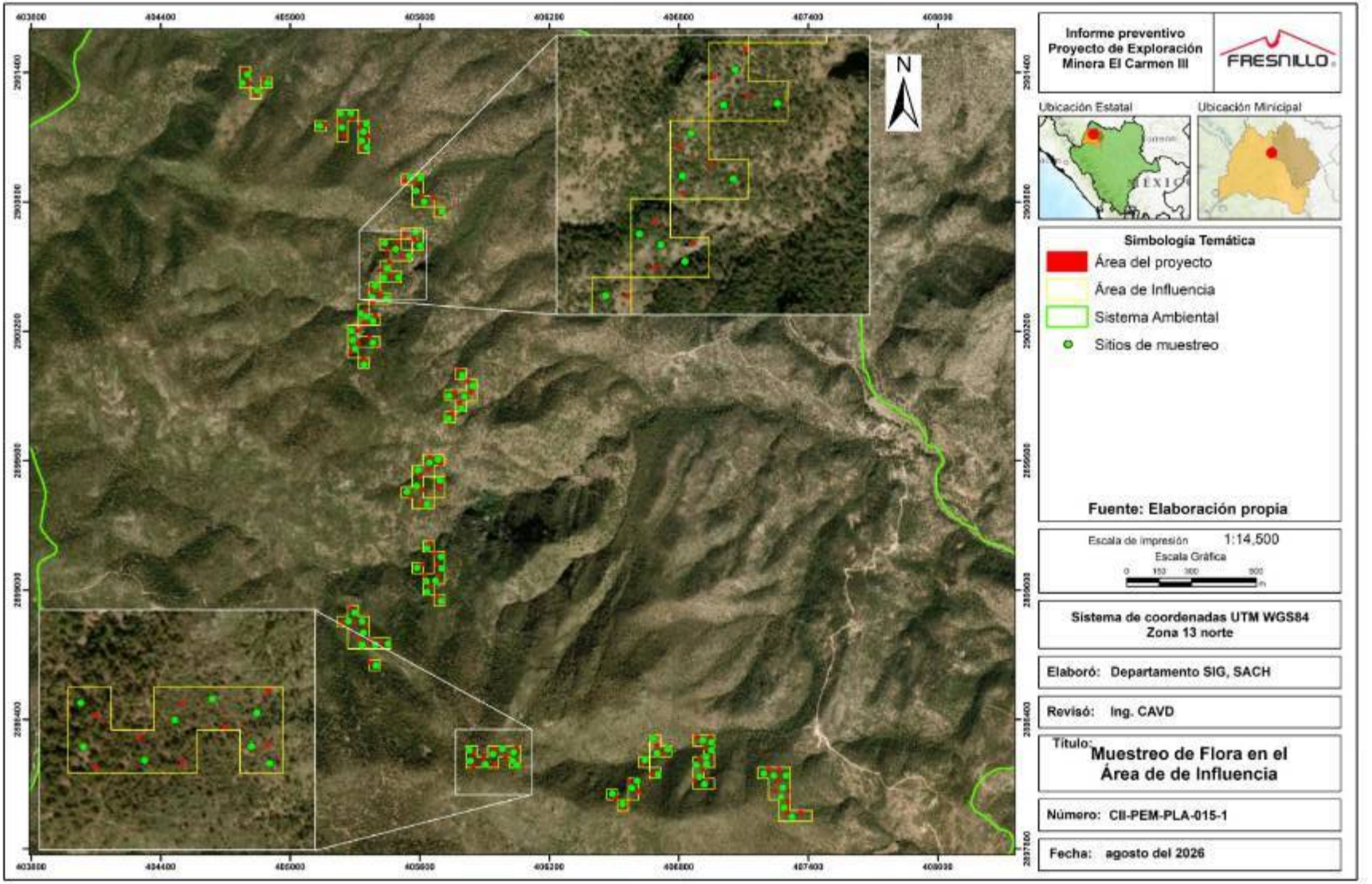


Figura 18. Sitios de muestreo de la vegetación del AI del Proyecto.

Lista de especies

Como resultado del muestreo, se identificó la presencia de diferentes especies correspondientes a un encinar arbustivo de *Quercus striatula* en mosaico con zacatales amacollados y con un componente arbóreo disperso de piñonar-encinar. En la Tabla 12 se presentan las especies de vegetación encontradas tanto en el SA como en el área de influencia del Proyecto (AI).

Tabla 12. Especies de vegetación en el SA y el área de influencia del Proyecto.

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	AI
1	Amaranthaceae	*Dysphania graveolens*	Hierba del zorrillo	Nativa	-	
2	Asparagaceae	*Agave durangensis*	Agave cenizo	Endémica	-	X
3	Asparagaceae	*Dasylirion durangense*	Sotol	Endémica	-	X
4	Astaraceae	*Cosmos parviflorus*	Aceitilla blanca	Nativa	-	X
5	Asteraceae	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	Nativa	-	X
6	Asteraceae	*Psacalium decompositum*	Matarique	Nativa	-	X
7	Asteraceae	*Pseudognaphalium luteoalbum*	Gordolobo algodonoso	Introducida	-	X
8	Asteraceae	*Stevia origanoides*	Stevia	Endémica	-	X
9	Asteraceae	*Tagetes filifolia*	Anisillo	Nativa	-	X
10	Asteraceae	*Tagetes micrantha*	Anisillo	Nativa	-	X
11	Cactaceae	*Mammillaria sonorensis*	Biznaga	Endémica	-	X
12	Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Nativa	-	X
13	Caprifoliaceae	*Lonicera pilosa*	Zacazocuilpatle	Endémica	-	X
14	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos microphyllus*	Perlita	Nativa	-	X
15	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Introducida	-	X
16	Commelinaceae	*Tradescantia pallida*	Perrito	Nativa	-	X
17	Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Cedro blanco	Nativa	Pr*	X
18	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Sabino	Nativa	-	X
19	Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	Nativa	-	X
20	Cyperaceae	*Kyllinga odorata*	Pasto de Kyllinga	Nativa	-	X
21	Ericaceae	*Arbutus arizonica*	Madroño norteño	Nativa	-	X
22	Ericaceae	*Arbutus madrensis*	Madroño de la sierra madre occidental	Endémica	-	X
23	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Nativa	-	X
24	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanilla	Nativa	-	X
25	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Nativa	-	X
26	Fabaceae	*Mimosa monancistra*	Gatuño	Nativa	-	X
27	Fagaceae	*Quercus arizonica*	Encino blanco	Nativa	-	X
28	Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino colorado	Nativa	-	X
29	Fagaceae	*Quercus depressipes*	Encino	Nativa	-	X

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	AI
30	Fagaceae	*Quercus durifolia*	Encino laurelillo	Nativa	-	X
31	Fagaceae	*Quercus eduardi*	Encino manzano	Endémica	-	
32	Fagaceae	*Quercus emoryi*	Encino prieto	Nativa	-	X
33	Fagaceae	*Quercus grisea*	Encino gris	Nativa	-	X
34	Fagaceae	*Quercus laeta*	Roble blanco	Endémica	-	X
35	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino quiebra hacha	Nativa	-	X
36	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	Chaparro	Endémica	-	X
37	Fagaceae	*Quercus striatula*	Encinillo	Endémica	-	X
38	Hipoxidaceae	*Hypoxis mexicana*	-	Nativa	-	X
39	Lamiaceae	*Mentha arvensis*	Hierba buena	Introducida	-	X
40	Oleaceae	*Fraxinus velutina*	Fresno terciopelo	Nativa	-	X
41	Pinaceae	*Pinus arizonica*	Pino de Arizona	Nativa	-	X
42	Pinaceae	*Pinus cembroides*	Pino piñonero	Nativa	-	X
43	Pinaceae	*Pinus chihuahuana*	Pino chamonque	Nativa	-	X
44	Pinaceae	*Pinus cooperi*	Pino de Arizona	Endémica	-	X
45	Pinaceae	*Pinus durangensis*	Pino de Durango	Endémica	Pr*	X
46	Pinaceae	*Pinus engelmannii*	Pino apache	Nativa	-	X
47	Pinaceae	*Pinus strobiformis*	Pino huiyoco	Nativa	-	X
48	Pinaceae	*Pseudotsuga menziesii*	Ayarín	Nativa	Pr*	X
49	Plantaginaceae	*Penstemon barbatus*	Muicle	Nativa	-	X
50	Poaceae	*Andropogon gerardi*	Pasto tallo azul	Nativa	-	X
51	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita	Nativa	-	X
52	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	Nativa	-	X
53	Poaceae	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	Introducida	-	X
54	Poaceae	*Muhlenbergia capillaris*	-	Nativa	-	X
55	Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	Cola de zorra	Nativa	-	X
56	Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	Nativa	-	X
57	Poaceae	*Panicum bulbosum*	Maíz de cuervo	Nativa	-	X
58	Poaceae	*Pascopyrum smithii*	Hierba de trigo occidental	Nativa	-	X
59	Poaceae	*Sorghum halepense*	Alpiste africano	Introducida	-	X
60	Poaceae	*Zuloagaea bulbosa*	Maíz de cuervo	Nativa	-	X
61	Polemoniaceae	*Ipomopsis longiflora*	-	Nativa	-	X
62	Polygonaceae	*Rumex crispus*	Lengua de vaca	Introducida	-	X
63	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	Helecho	Nativa	-	X
64	Pteridaceae	*Hemionitis hispida*	Helecho terciopelo	Nativa	-	X
65	Pteridaceae	*Hemionitis ternifolia*	Helecho de tres hojas	Nativa	-	X
66	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Nativa	-	X
67	Rubiaceae	*Galium aparine*	Amor del hortelano	Nativa	-	X

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	AI
68	Simaroubaceae	*Castela erecta*	Chaparro amargo	Nativa	-	X
69	Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides*	Torito	Nativa	-	X

(*) Pr = Sujeta a protección especial.

Especies protegidas

Como se puede apreciar, se encontraron tres especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), el pino de Durango (*Pinus durangensis*) y el ayarín (*Pseudotsuga menziesii*). Todos en la categoría Pr, es decir, sujetas a protección especial.

Diversidad de la vegetación del SA

Con los datos de individuos, diámetro del tallo y cobertura de los diferentes estratos considerados, se determinó la abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia por especie, además del índice de biodiversidad de Shannon (H) y el índice de equitatividad de Jacquard (J).

Estrato arbóreo

En este estrato se encontraron 11 especies, de las cuales la más importante corresponde a *Pinus cembroides*, debido a su mayor índice de valor de importancia (IVI). Por otro lado, el valor del índice de diversidad de Shannon (H') para este estrato es de 2.01, con una diversidad máxima (H'max) estimada en 2.40 y una equitatividad (J) de 0.84 (Tabla 13).

La diversidad de este estrato puede considerarse como media, aunque muy cercana a su máximo. Por su parte, la distribución de las especies es tendiente a la homogeneidad.

Tabla 13. Diversidad del estrato arbóreo del SA.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	30.82	0.23		
2	Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	19.27	0.24		
3	Ericaceae	*Arbutus madrensis*	6.87	0.07		
4	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	3.92	0.07		
5	Fagaceae	*Quercus durifolia*	11.64	0.14		
6	Fagaceae	*Quercus grisea*	5.92	0.10		
7	Fagaceae	*Quercus laeta*	48.19	0.28		
8	Fagaceae	*Quercus rugosa*	14.15	0.16		
9	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	20.48	0.20		
10	Pinaceae	*Pinus arizonica*	21.20	0.16		

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
11	**Pinaceae**	***Pinus cembroides***	**117.54**	**0.37**		
		Total	**300.00**	**2.01**	**2.40**	**0.84**

Estrato arbustivo

Para este estrato se registraron 15 especies (Tabla 14). La de mayor IVI es *Quercus striatula*, con un valor de 200.74. Por su parte, el estrato presentó una diversidad baja (H' = 0.94), la cual está muy alejada de su máximo (H'max = 2.71). En cuanto a la equitatividad, esta es de carácter bajo (J = 0.35). Estos valores pueden explicarse por la fuerte presencia de la especie de mayor importancia, lo cual provoca que el estrato se distribuya de forma poco homogénea y la mayoría de las especies aporten poco a su diversidad.

Tabla 14. Diversidad del estrato arbustivo del SA.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Asparagaceae	*Agave durangensis*	15.30	0.19		
2	Cactaceae	*Mammillaria sonorensis*	10.71	0.06		
3	Cactaceae	*Opuntia robusta*	1.66	0.01		
4	Caprifoliaceae	*Lonicera pilosa*	1.74	0.01		
5	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	4.17	0.04		
6	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	5.02	0.02		
7	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	21.18	0.14		
8	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	10.24	0.09		
9	Fagaceae	*Quercus eduardi*	1.71	0.01		
10	Fagaceae	*Quercus laeta*	5.04	0.02		
11	Fagaceae	*Quercus rugosa*	2.15	0.03		
12	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	4.87	0.06		
13	**Fagaceae**	***Quercus striatula***	**200.74**	**0.19**		
14	Pinaceae	*Pinus arizonica*	1.66	0.01		
15	Pinaceae	*Pinus cembroides*	13.83	0.08		
		Total	**300**	**0.94**	**2.71**	**0.35**

Estrato herbáceo

En este estrato fueron registradas 19 especies, de las cuales la de mayor importancia es *Muhlenbergia rígida*, con un IVI de 88.41 (Tabla 15). La diversidad del estrato puede considerarse como media (H' = 2.10), algo alejada de su máximo (H'max = 2.94). Las especies se distribuyen de una forma que tiende a la equitatividad (J = 0.71).

Tabla 15. Diversidad del estrato arbustivo del SA.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Amaranthaceae	*Dysphania graveolens*	0.95	0.01		
2	Asteraceae	*Stevia origanoides*	29.16	0.15		

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
3	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	7.51	0.07		
4	Commelinaceae	*Tradescantia pallida*	1.32	0.02		
5	Lamiaceae	*Mentha arvensis*	8.35	0.15		
6	Poaceae	*Andropogon gerardi*	11.44	0.09		
7	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	14.14	0.13		
8	Poaceae	*Melinis repens*	10.21	0.09		
9	Poaceae	*Muhlenbergia capillaris*	10.66	0.06		
10	**Poaceae**	***Muhlenbergia rigida***	**88.41**	**0.36**		
11	Poaceae	*Panicum bulbosum*	9.31	0.13		
12	Poaceae	*Pascopyrum smithii*	43.78	0.21		
13	Polygonaceae	*Rumex crispus*	1.08	0.01		
14	Polypodiaceae	*Pleopeltis polypodioides*	7.00	0.10		
15	Pteridaceae	*Hemionitis hispida*	21.80	0.19		
16	Pteridaceae	*Hemionitis ternifolia*	1.03	0.01		
17	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	11.98	0.11		
18	Rubiaceae	*Galium aparine*	20.37	0.18		
19	Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides*	1.49	0.03		
		Total	**300**	**2.10**	**2.94**	**0.71**

Diversidad de la vegetación del área de influencia del proyecto

Al igual que en el caso del SA, con los datos recopilados en campo se calculó el índice de valor de importancia (IVI), el índice de diversidad de Shannon (H') y el índice de equitatividad de Jacquard (J), por cada estrato.

Estrato arbóreo

En este estrato se encontraron 16 especies, de las cuales la más importante corresponde a *Pinus cembroides*, debido a su mayor índice de valor de importancia (IVI). Por otro lado, el valor del índice de diversidad de Shannon (H') para este estrato es de 2.16, con una diversidad máxima (H'max) estimada en 2.77 y una equitatividad (J) de 0.78 (Tabla 16).

La diversidad de este estrato puede considerarse como media, aunque algo alejada de su máximo. Por su parte, la distribución de las especies tiende a la homogeneidad.

Tabla 16. Diversidad del estrato arbóreo del área de influencia.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	15.77	0.13		
2	Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	9.47	0.11		
3	Ericaceae	*Arbutus madrensis*	25.51	0.22		
4	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	3.01	0.05		
5	Fagaceae	*Quercus arizonica*	22.32	0.19		
6	Fagaceae	*Quercus crassifolia*	10.24	0.05		

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
7	Fagaceae	*Quercus durifolia*	5.91	0.11		
8	Fagaceae	*Quercus grisea*	3.89	0.05		
9	Fagaceae	*Quercus rugosa*	14.62	0.15		
10	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	37.33	0.22		
11	Fagaceae	*Quercus striatula*	2.98	0.05		
12	Pinaceae	*Pinus arizonica*	7.01	0.08		
13	**Pinaceae**	***Pinus cembroides***	**114.46**	**0.37**		
14	Pinaceae	*Pinus durangensis*	12.85	0.22		
15	Pinaceae	*Pinus engelmannii*	4.98	0.05		
16	Pinaceae	*Pseudotsuga menziesii*	9.65	0.15		
		Total	**300.00**	**2.16**	**2.77**	**0.78**

Estrato arbustivo

Para este estrato se registraron 21 especies (Tabla 17). La de mayor IVI es *Quercus striatula*, con un valor de 146.18. Por su parte, el estrato presentó una diversidad baja (H' = 1.22), la cual está muy alejada de su máximo (H'max = 3.04). En cuanto a la equitatividad, esta es de carácter bajo (J = 0.40). Estos valores pueden explicarse por la fuerte presencia de la especie de mayor importancia, lo cual provoca que el estrato se distribuya de forma poco homogénea y la mayoría de las especies aporten poco a su diversidad.

Tabla 17. Diversidad del estrato arbustivo del área de influencia.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Asparagaceae	*Agave durangensis*	7.23	0.10		
2	Cactaceae	*Mammillaria sonorensis*	1.81	0.01		
3	Cactaceae	*Opuntia robusta*	1.75	0.01		
4	Caprifoliaceae	*Lonicera pilosa*	21.89	0.11		
5	Caprifoliaceae	*Symphoricarpos microphyllus*	1.27	0.02		
6	Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	6.15	0.03		
7	Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	8.12	0.03		
8	Ericaceae	*Arbutus arizonica*	0.98	0.01		
9	Ericaceae	*Arbutus madrensis*	2.10	0.02		
10	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	44.39	0.23		
11	Fabaceae	*Mimosa monancistra*	2.49	0.04		
12	Fagaceae	*Quercus arizonica*	1.23	0.01		
13	Fagaceae	*Quercus durifolia*	1.26	0.01		
14	Fagaceae	*Quercus rugosa*	8.30	0.07		
15	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	23.87	0.11		
16	**Fagaceae**	***Quercus striatula***	**146.18**	**0.24**		
17	Pinaceae	*Pinus cembroides*	9.10	0.05		
18	Pinaceae	*Pinus strobiformis*	5.66	0.09		
19	Pinaceae	*Pseudotsuga menziesii*	3.41	0.02		
20	Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	0.87	0.01		

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
21	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	1.94	0.02		
		Total	**300**	**1.22**	**3.04**	**0.40**

Estrato herbáceo

En este estrato fueron registradas 21 especies, de las cuales la de mayor importancia es *Muhlenbergia rígida*, con un IVI de 50.69 (Tabla 18). La diversidad del estrato puede considerarse como media (H' = 2.18), algo alejada de su máximo (H'max = 3.04). Las especies se distribuyen de una forma que tiende a la equitatividad (J = 0.72).

Tabla 18. Diversidad del estrato arbustivo del SA.

Número	Familia	Nombre científico	IVI	H'	H'max	J
1	Asteraceae	*Artemisia ludoviciana*	4.32	0.10		
2	Asteraceae	*Psacalium decompositum*	0.88	0.01		
3	Asteraceae	*Pseudognaphalium luteoalbum*	20.48	0.10		
4	Asteraceae	*Stevia origanoides*	0.77	0.00		
5	Asteraceae	*Tagetes filifolia*	1.32	0.03		
6	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	1.04	0.01		
7	Cyperaceae	*Kyllinga odorata*	7.56	0.11		
8	Lamiaceae	*Mentha arvensis*	1.12	0.02		
9	Plantaginaceae	*Penstemon barbatus*	0.78	0.00		
10	Poaceae	*Andropogon gerardi*	17.34	0.10		
11	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	1.10	0.01		
12	Poaceae	*Muhlenbergia capillaris*	1.54	0.04		
13	Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	39.40	0.32		
14	**Poaceae**	***Muhlenbergia rigida***	**50.69**	**0.35**		
15	Poaceae	*Panicum bulbosum*	6.74	0.08		
16	Poaceae	*Pascopyrum smithii*	30.26	0.13		
17	Poaceae	*Zuloagaea bulbosa*	2.71	0.05		
18	Pteridaceae	*Hemionitis hispida*	38.73	0.31		
19	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	25.51	0.14		
20	Rubiaceae	*Galium aparine*	46.49	0.22		
21	Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides*	1.21	0.03		
		Total	**300**	**2.18**	**3.04**	**0.72**

III.4.3.2 Fauna

Muestreo

Para la caracterización de la fauna de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en el SA, AI y AP, se realizó un muestreo en julio de 2026, los cuales se realizaron transectos de 100 m de largo por 20 m de ancho para cubrir un área de 2000m² , para el área del proyecto y área de influencia se realizaron 51 transectos que

cubrieron bien las 2 áreas mencionadas, en tanto al sistema ambiental de igual manera se distribuyeron 51 transectos de forma aleatoria, a continuación de presentan las coordenadas UTM de cada transecto (inicio, medio y final).

Tabla 19. Coordenadas Transectos de Fauna en las Áreas del Proyecto e Influencia.

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
1	Inicio	404776.90	2901421.95	27	Inicio	405541.68	2899444.69
	Medio	404797.28	2901376.29		Medio	405585.49	2899420.60
	Fin	404817.84	2901330.72		Fin	405629.40	2899396.68
2	Inicio	404881.52	2901376.43	28	Inicio	405629.25	2899248.66
	Medio	404858.45	2901332.07		Medio	405651.16	2899203.72
	Fin	404835.56	2901287.62		Fin	405673.25	2899158.86
3	Inicio	405144.49	2901156.48	29	Inicio	405678.33	2899145.94
	Medio	405193.17	2901167.89		Medio	405682.15	2899096.08
	Fin	405241.81	2901179.49		Fin	405686.15	2899046.24
4	Inicio	405272.85	2901205.89	30	Inicio	405609.31	2899139.54
	Medio	405304.79	2901167.42		Medio	405619.12	2899090.51
	Fin	405336.89	2901129.09		Fin	405629.13	2899041.53
5	Inicio	405322.34	2901034.17	31	Inicio	405631.21	2899030.91
	Medio	405345.57	2901078.45		Medio	405662.29	2898991.74
	Fin	405368.63	2901122.82		Fin	405693.51	2898952.69
6	Inicio	405201.07	2901094.66	32	Inicio	405236.74	2898839.64
	Medio	405248.98	2901108.97		Medio	405258.85	2898884.49
	Fin	405296.84	2901123.46		Fin	405280.77	2898929.43
7	Inicio	405508.47	2900904.43	33	Inicio	405275.99	2898854.59
	Medio	405557.29	2900893.63		Medio	405324.65	2898843.11
	Fin	405606.15	2900883.03		Fin	405373.36	2898831.83
8	Inicio	405579.34	2900829.36	34	Inicio	405318.65	2898778.11
	Medio	405629.07	2900824.12		Medio	405367.85	2898769.16
	Fin	405678.81	2900819.07		Fin	405417.07	2898760.40
9	Inicio	405627.12	2900753.28	35	Inicio	405329.63	2898689.43
	Medio	405677.09	2900751.63		Medio	405373.44	2898665.34
	Fin	405727.07	2900750.17		Fin	405417.35	2898641.43
10	Inicio	405511.75	2900662.95	36	Inicio	405848.95	2898268.70
	Medio	405555.04	2900637.93		Medio	405849.08	2898218.70
	Fin	405598.43	2900613.08		Fin	405849.39	2898168.70
11	Inicio	405435.62	2900569.95	37	Inicio	405883.61	2898227.07
	Medio	405476.12	2900599.27		Medio	405927.43	2898202.98
	Fin	405516.51	2900628.75		Fin	405971.34	2898179.07
12	Inicio	405446.48	2900510.92	38	Inicio	405926.04	2898269.78
	Medio	405491.42	2900532.84		Medio	405970.39	2898246.69
	Fin	405536.27	2900554.93		Fin	406014.83	2898223.78

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
13	Inicio	405398.64	2900495.12	39	Inicio	406049.17	2898289.67
	Medio	405442.49	2900471.10		Medio	406048.25	2898239.68
	Fin	405486.44	2900447.26		Fin	406047.52	2898189.68
14	Inicio	405355.62	2900404.22	40	Inicio	406492.26	2898052.76
	Medio	405400.61	2900382.40		Medio	406524.24	2898014.32
	Fin	405445.69	2900360.76		Fin	406556.38	2897976.01
15	Inicio	405331.39	2900283.61	41	Inicio	406561.07	2898125.85
	Medio	405367.36	2900318.34		Medio	406593.36	2898087.68
	Fin	405403.19	2900353.21		Fin	406625.80	2898049.63
16	Inicio	405329.15	2900231.15	42	Inicio	406624.36	2898207.01
	Medio	405372.63	2900255.83		Medio	406657.58	2898169.63
	Fin	405416.02	2900280.68		Fin	406690.94	2898132.39
17	Inicio	405268.54	2900089.03	43	Inicio	406681.99	2898295.07
	Medio	405302.70	2900125.54		Medio	406715.04	2898257.55
	Fin	405336.71	2900162.19		Fin	406748.24	2898220.16
18	Inicio	405291.92	2900213.52	44	Inicio	406865.68	2898316.39
	Medio	405334.93	2900188.04		Medio	406915.68	2898316.59
	Fin	405378.05	2900162.72		Fin	406965.68	2898316.99
19	Inicio	405292.05	2900058.84	45	Inicio	406914.90	2898284.83
	Medio	405340.28	2900072.03		Medio	406940.13	2898241.66
	Fin	405388.45	2900085.42		Fin	406965.53	2898198.59
20	Inicio	405774.04	2900028.04	46	Inicio	406892.41	2898243.00
	Medio	405805.16	2899988.91		Medio	406903.59	2898194.26
	Fin	405836.43	2899949.89		Fin	406914.95	2898145.57
21	Inicio	405735.61	2899801.84	47	Inicio	406853.50	2898119.56
	Medio	405767.18	2899840.61		Medio	406903.50	2898119.04
	Fin	405798.59	2899879.51		Fin	406953.50	2898118.72
22	Inicio	405747.34	2899918.78	48	Inicio	407186.85	2898168.16
	Medio	405797.34	2899918.18		Medio	407236.85	2898167.78
	Fin	405847.34	2899917.77		Fin	407286.85	2898167.60
23	Inicio	405627.41	2899626.29	49	Inicio	407269.74	2898144.19
	Medio	405671.82	2899603.32		Medio	407258.43	2898095.49
	Fin	405716.32	2899580.53		Fin	407247.32	2898046.74
24	Inicio	405627.41	2899626.29	50	Inicio	407308.15	2898091.81
	Medio	405671.82	2899603.32		Medio	407306.97	2898041.82
	Fin	405716.32	2899580.53		Fin	407305.99	2897991.83
25	Inicio	405578.66	2899509.85	51	Inicio	407286.68	2897968.37
	Medio	405617.27	2899541.62		Medio	407336.68	2897968.25
	Fin	405655.75	2899573.54		Fin	407386.68	2897968.32
26	Inicio	405595.07	2899464.74				
	Medio	405644.51	2899472.23				

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
	Fin	405693.92	2899479.91				

Tabla 20. Coordenadas Transectos de Fauna en el Sistema Ambiental.

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
1	Inicio	404252.78	2900869.01	27	Inicio	407005.47	2900986.06
	Medio	404273.16	2900823.35		Medio	406997.76	2900936.65
	Fin	404293.72	2900777.78		Fin	406990.24	2900887.22
2	Inicio	404299.88	2900152.81	28	Inicio	405511.68	2899164.36
	Medio	404276.82	2900108.44		Medio	405466.68	2899142.56
	Fin	404253.93	2900063.99		Fin	405421.76	2899120.59
3	Inicio	404193.40	2899889.01	29	Inicio	405291.33	2898512.32
	Medio	404242.08	2899900.42		Medio	405266.49	2898468.93
	Fin	404290.72	2899912.02		Fin	405241.82	2898425.44
4	Inicio	404122.23	2899450.13	30	Inicio	405373.57	2899113.29
	Medio	404154.18	2899411.67		Medio	405341.69	2899074.77
	Fin	404186.28	2899373.33		Fin	405309.96	2899036.13
5	Inicio	404808.00	2899558.11	31	Inicio	404758.41	2898041.83
	Medio	404831.23	2899602.38		Medio	404761.21	2897991.91
	Fin	404854.29	2899646.75		Fin	404764.20	2897942.00
6	Inicio	404111.42	2899667.80	32	Inicio	405528.02	2898114.41
	Medio	404159.33	2899682.10		Medio	405550.12	2898159.26
	Fin	404207.18	2899696.59		Fin	405572.05	2898204.20
7	Inicio	404080.49	2907430.27	33	Inicio	405320.61	2897793.76
	Medio	404129.31	2907419.47		Medio	405369.27	2897782.28
	Fin	404178.17	2907408.86		Fin	405417.98	2897771.00
8	Inicio	404350.34	2907214.79	34	Inicio	405480.39	2897764.42
	Medio	404400.07	2907209.54		Medio	405530.30	2897767.45
	Fin	404449.81	2907204.50		Fin	405580.20	2897770.68
9	Inicio	404678.57	2907001.47	35	Inicio	405626.26	2897763.96
	Medio	404728.55	2906999.82		Medio	405670.07	2897739.87
	Fin	404778.52	2906998.36		Fin	405713.98	2897715.95
10	Inicio	405038.59	2907056.85	36	Inicio	405067.53	2901661.11
	Medio	405081.88	2907031.82		Medio	405017.69	2901657.09
	Fin	405125.26	2907006.97		Fin	404967.87	2901652.88
11	Inicio	405395.50	2906892.11	37	Inicio	405416.31	2901693.01
	Medio	405436.00	2906921.43		Medio	405457.73	2901721.02
	Fin	405476.39	2906950.91		Fin	405499.03	2901749.20
12	Inicio	405505.40	2906735.79	38	Inicio	405459.95	2901828.97
	Medio	405550.32	2906713.82		Medio	405504.30	2901805.88
	Fin	405595.32	2906692.03		Fin	405548.74	2901782.97

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
13	Inicio	405743.82	2906420.06	39	Inicio	405674.22	2901916.20
	Medio	405787.67	2906396.05		Medio	405626.20	2901902.27
	Fin	405831.62	2906372.20		Fin	405578.23	2901888.15
14	Inicio	404786.12	2901003.44	40	Inicio	405864.90	2900441.76
	Medio	404831.11	2900981.62		Medio	405910.58	2900462.10
	Fin	404876.19	2900959.98		Fin	405956.17	2900482.62
15	Inicio	404886.42	2900687.46	41	Inicio	406004.81	2900188.23
	Medio	404922.39	2900722.19		Medio	406041.54	2900222.16
	Fin	404958.22	2900757.06		Fin	406078.13	2900256.23
16	Inicio	405163.70	2900588.90	42	Inicio	406047.85	2899819.92
	Medio	405207.19	2900613.58		Medio	406097.18	2899828.10
	Fin	405250.57	2900638.43		Fin	406146.48	2899836.47
17	Inicio	405112.71	2900003.47	43	Inicio	406473.51	2899903.84
	Medio	405146.87	2900039.98		Medio	406506.55	2899866.32
	Fin	405180.88	2900076.62		Fin	406539.75	2899828.93
18	Inicio	405182.47	2900410.67	44	Inicio	407941.80	2899207.37
	Medio	405225.49	2900385.19		Medio	407991.80	2899207.57
	Fin	405268.60	2900359.87		Fin	408041.80	2899207.96
19	Inicio	404962.01	2899910.83	45	Inicio	408042.44	2899148.28
	Medio	404966.77	2899960.60		Medio	408067.67	2899105.11
	Fin	404971.33	2900010.39		Fin	408093.06	2899062.04
20	Inicio	407194.03	2900942.20	46	Inicio	407662.39	2899129.01
	Medio	407225.15	2900903.06		Medio	407673.56	2899080.28
	Fin	407256.42	2900864.05		Fin	407684.93	2899031.58
21	Inicio	407272.44	2900358.76	47	Inicio	407661.25	2898927.41
	Medio	407252.60	2900404.65		Medio	407711.24	2898926.90
	Fin	407232.59	2900450.48		Fin	407761.24	2898926.58
22	Inicio	407083.01	2900687.60	48	Inicio	406961.96	2897462.38
	Medio	407133.01	2900687.00		Medio	407011.95	2897462.00
	Fin	407183.01	2900686.59		Fin	407061.95	2897461.82
23	Inicio	407373.43	2899961.55	49	Inicio	407350.64	2897392.16
	Medio	407417.85	2899938.59		Medio	407303.67	2897375.01
	Fin	407462.35	2899915.80		Fin	407256.77	2897357.69
24	Inicio	407284.46	2900105.61	50	Inicio	408177.76	2898718.43
	Medio	407328.87	2900082.64		Medio	408176.58	2898668.45
	Fin	407373.37	2900059.85		Fin	408175.60	2898618.46
25	Inicio	407516.32	2899820.11	51	Inicio	408137.72	2898904.60
	Medio	407564.02	2899805.12		Medio	408187.72	2898904.47
	Fin	407611.78	2899790.32		Fin	408237.72	2898904.54
26	Inicio	407770.92	2899719.25				
	Medio	407820.36	2899726.74				

Transecto	Ubicación	X	Y	Transecto	Ubicación	X	Y
	Fin	407869.76	2899734.42				

En las figuras 19 y 20 se muestra la distribución de los transectos realizados para el presente informe preventivo.

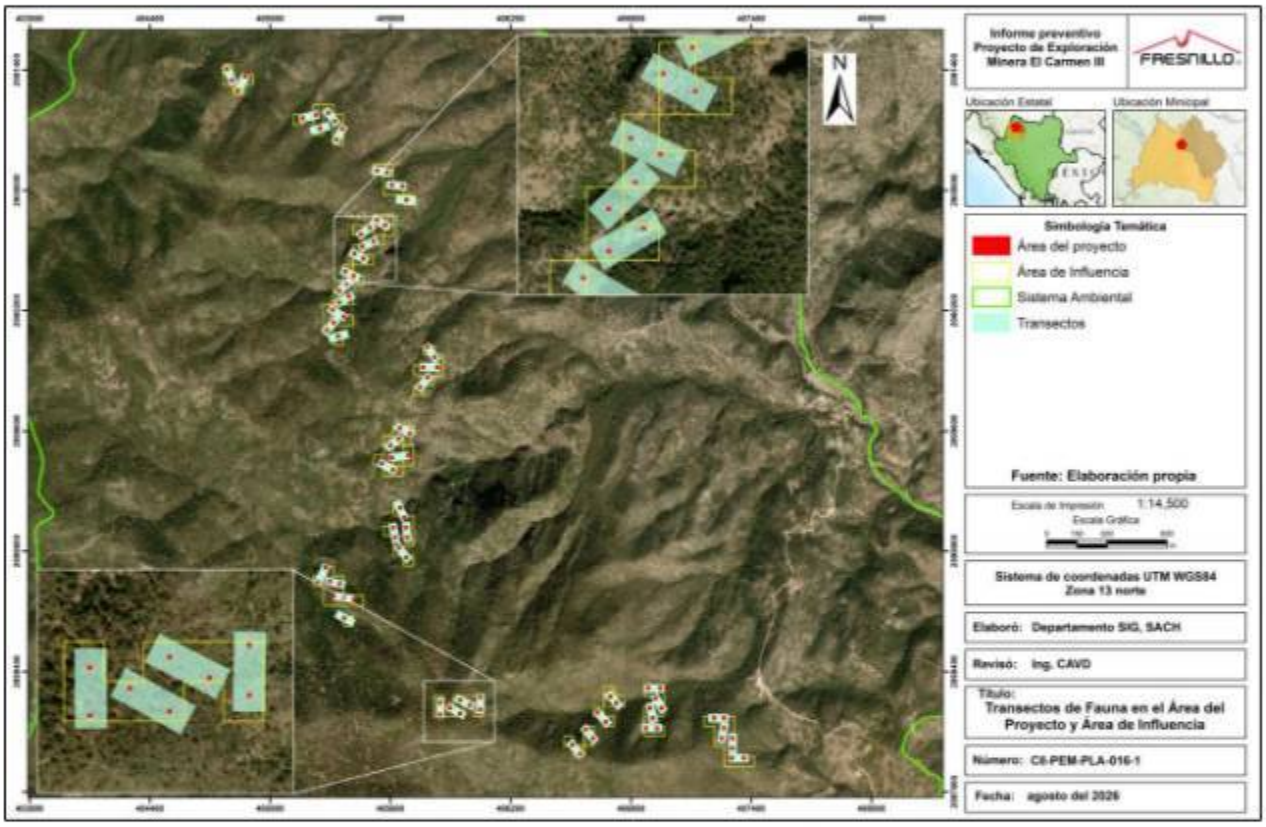


Figura 19. Sitios de muestreo transectos de fauna en el área del proyecto y área de influencia.

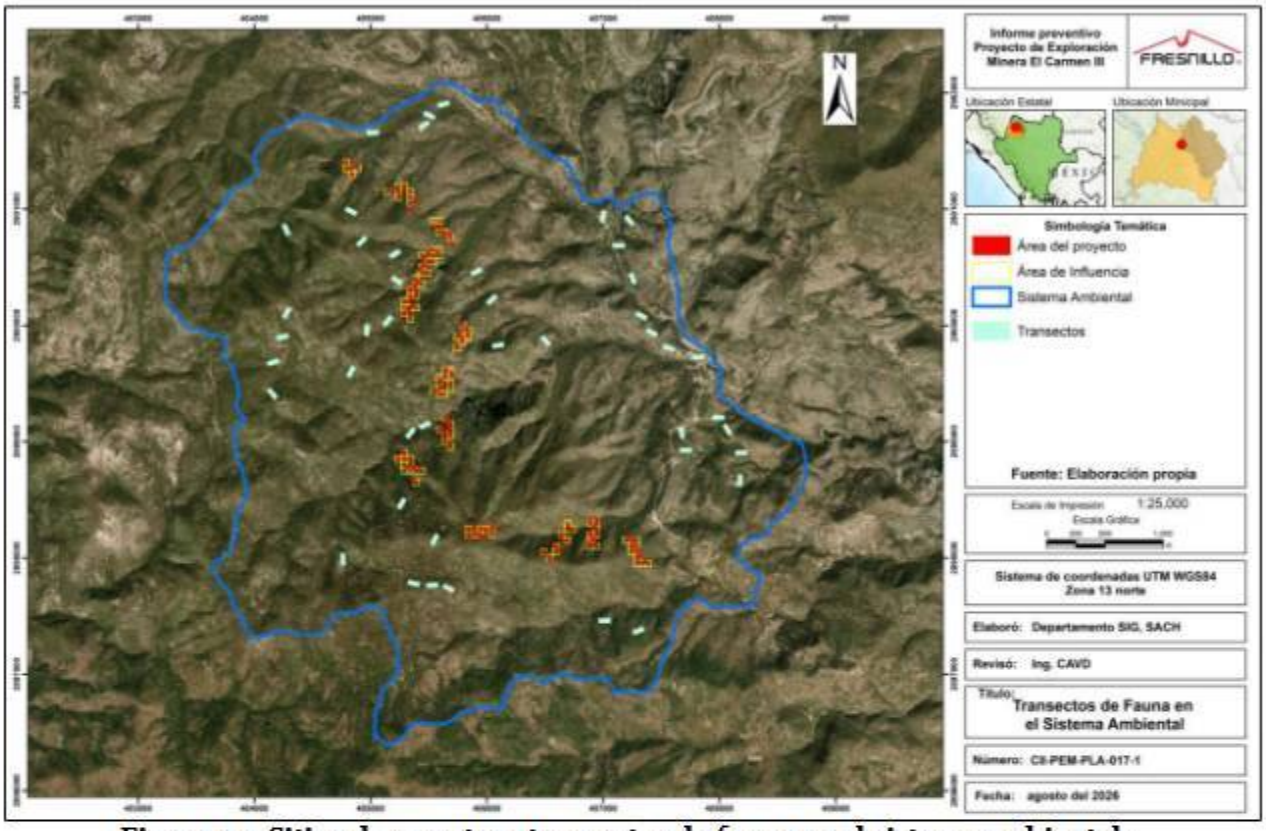


Figura 20. Sitios de muestreo transectos de fauna en el sistema ambiental.

La técnica empleada para el registro de las especies de cada uno de los grupos de fauna silvestre se describe a continuación.

Anfibios y reptiles. Se realizó una búsqueda intensiva que consistió en hacer recorridos de distancia variable durante los cuales se revisaron los distintos microhábitats (rocas, troncos caídos, oquedades) y se realizó la identificación y el conteo de organismos dentro de la mayor superficie posible del área de interés durante el mayor tiempo posible.

Para la identificación taxonómica se empleó: i) la recopilación de claves de Flores-Villela *et al.* (1995), ii) claves para anfibios y claves para tortugas (Ernst y Barbour, 1989), iii) claves para bufónidos (Oliver-López *et al*. 2009), iv) claves de anfibios y reptiles de los estados de Sonora, Chihuahua y Coahuila de Lemos-Espinal (2007 y 2009) y otras claves generales (Campbell, 1998; Lee, 1996). Finalmente, se utilizaron los nombres actualizados de las especies con base en las publicaciones de Faivovich *et al.* (2005), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost *et al*. (2006) y Hedges *et al.* (2008).

Aves. Para el registro de las especies de aves se emplearon las técnicas de detección visual y colecta fotográfica. La primera consistió en recorrer diversos senderos, caminos y/o rutas de fácil acceso en las cuales se observaron los ejemplares de las diferentes especies de aves en los diversos hábitats presentes con ayuda de binoculares de largo alcance. La observación de aves se realizó durante las horas de mayor actividad, es decir, en las primeras horas de la mañana y hacia el final de la tarde. Para poder registrar las diversas especies de aves se procedió a la colecta fotográfica. Esta técnica consiste obtener imágenes de las aves observadas durante los diversos recorridos, por lo general cuando se las encuentra perchando.

Para la identificación de las especies se emplearon las guías de Van Perlo (2006), Peterson y Chalif (2008), Steve y Webbs (2010), Sibley (2003) y Howell y Webb (1995).

Mamíferos. Para maximizar las opciones de registro de las especies de mamíferos se utilizaron dos técnicas:

- Registros directos. Se tomó nota de la observación de ejemplares durante los recorridos por los diversos hábitats, para posteriormente determinar la especie con el uso de guías de organismos para el país y para la región.
- Registros indirectos. Este tipo de registro se dividió en dos partes:
  - Huellas. Técnica donde se identifican puntos donde la acumulación de sedimentos forma un banco de arena natural, ya que en estos sitios se tiene la preservación temporal de las huellas. Además, se camina en las escorrentías ya que también son sitios donde es frecuente encontrar este tipo de rastros.
  - Rastros. De manera indirecta, la colección y análisis de restos dejados por los mamíferos pueden resultar útiles para completar un inventario. Los rastros pueden ser excretas, marcas en troncos, "rascaderos", madrigueras, echaderos de descanso y partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por un depredador).

Para la identificación taxonómica de los mamíferos presentes en el área de estudio se empleó la guía ilustrada de Peterson (2006), las claves de identificación de Anderson (1972), Jiménez-Guzmán et al. (1999), la Guía de campo de Aranda (2012), y Ceballos y Oliva (2005).

Lista de especies

Como resultado, en el SA se identificó la presencia de 38 especies, divididas en 24 familias, correspondientes los cuatro grupos faunísticos. En la Tabla 21 se muestran las especies

presentes en el SA, se indican aquellas que se encontraron también en el AI, en el AP, su distribución y si están consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 21. Especies encontradas en el área de estudio.

N°	Grupo	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	AI	AP
1	Anfibios	Anura	Bufonidae	*Anaxyrus mexicanus*	Sapo pie de pala	Endémica	-		
2	Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	Endémica	-	X	
3	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común	Nativa	-		
4	Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Nativa	-		
5	Aves	Galliformes	Cracidae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	Nativa	-	X	X
6	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Nativa	-	X	X
7	Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocitta stelleri*	Chara copetona	Nativa	-	X	
8	Aves	Passeriformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Nativa	-	X	
9	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Nativa	-		
10	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	Nativa	-		
11	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	Nativa	-	X	
12	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito alas blancas	Nativa	-		
13	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero corona canela	Nativa	-		
14	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre	Nativa	-	X	X
15	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	Nativa	-		
16	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	Endémica	-		
17	Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	Nativa	-		
18	Aves	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	Introducida	-	X	X
19	Aves	Passeriformes	Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado	Nativa	-		
20	Aves	Passeriformes	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	Nativa	-		
21	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de rocas	Nativa	-		
22	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	Nativa	-		
23	Aves	Passeriformes	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	Nativa	-	X	
24	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Nativa	-		
25	Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	Nativa	-		
26	Aves	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa de la sierra madre occidental	Nativa	-		

Nº	Grupo	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	AI	AP
27	Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	Nativa	-	X	X
28	Mamíferos	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	-		
29	Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Nativa	-	X	X
30	Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus aunicularius*	Conejo de monte	Nativa	-	X	X
31	Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Neotamias durangae*	Chichimoco de Durango	Endémica	-	X	X
32	Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	Nativa	-	X	X
33	Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	Nativa	-	X	X
34	Reptiles	Squamata	Anguidae	*Barisia ciliaris*	Lagartija falso escorpión	Endémica	-	X	X
35	Reptiles	Squamata	Colubridae	*Thamnophis eyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	Nativa	-	X	X
36	Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	Endémica	A*		
37	Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus poinsettii*	Lagartija espinosa norteña de grieta	Nativa	-	X	X
38	Reptiles	Squamata	Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Nativa	Pr*	X	

(*) A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial.

Especies protegidas

Como se puede apreciar en la tabla anterior, sólo dos especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), el cual está considerado como amenazado (A), y la cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), que está en la categoría de sujeta a protección especial (Pr).

Diversidad de la fauna

Con los datos del número de individuos encontrados se calculó el índice de diversidad de Shannon (H'), por cada grupo faunístico y de forma general.

A nivel del SA

Según el índice de Shannon, la diversidad del SA, a nivel general, es alta (H' = 3.47) y prácticamente en su máximo (H'max = 3.64). Si se analiza por cada grupo taxonómico, los anfibios presentan la diversidad menor (H' = 0.44), aunque casi en su máximo (H'max = 0.69). Las aves tienen una diversidad alta (H' = 3.05), también alcanzando su máximo (H'max = 3.18). Tanto los mamíferos como los reptiles presentan diversidades medias (H' = 1.77 y 1.48, respectivamente) y que están prácticamente en su máximo (H'max = 1.95 y 1.61). En la Tabla 22 se muestran los datos mencionados.

Tabla 22. Diversidad de la fauna en el SA.

Grupo	H'	H'max
Anfibios	0.44	0.69
Aves	3.05	3.18
Mamíferos	1.77	1.95
Reptiles	1.48	1.61
General	**3.47**	**3.64**

A nivel del área de influencia

En el área de influencia la diversidad, en general, es de nivel medio (H' = 2.55) y tendiente a su máximo (H'max = 2.94). En esta área sólo se encontró una especie de anfibio, por lo que no fue posible calcular la diversidad del grupo. Los demás grupos presentaron diversidades bajas. Las aves presentaron una diversidad H' = 1.67, tendiente a su máximo H'max = 2.08. Los mamíferos tienen una diversidad similar (H' = 1.64) pero prácticamente en su máximo (H'max = 1.79). Por su parte, para los reptiles se calculó una diversidad H' = 1.37, la cual está en su máximo H'max = 1.39 (Tabla 23).

Tabla 23. Diversidad en el área de influencia.

Grupo	H'	H'max
Anfibios	0.00	0.00
Aves	1.67	2.08
Mamíferos	1.64	1.79
Reptiles	1.37	1.39
General	**2.55**	**2.94**

A nivel del área del Proyecto

Al igual que en el área de influencia, la diversidad en esta área fue de nivel medio (H' = 2.39), casi en su máximo (H'max = 2.64). No se encontraron especies de anfibios, por lo que no se calculó la diversidad para este grupo. Al igual que en el AI, los demás grupos presentaron una diversidad baja, aunque tendiente a su máximo (Tabla 24).

Tabla 24. Diversidad en el área del Proyecto.

Grupo	H'	H'max
Anfibios	-	-
Aves	1.47	1.61
Mamíferos	1.49	1.79
Reptiles	0.85	1.10
General	**2.39**	**2.64**

III.4.4 Medio socioeconómico

El sitio del Proyecto se localiza en su totalidad en los municipios de Guanaceví y San Bernardo. De acuerdo con el Conteo de Población y Vivienda 2020 de INEGI, los municipios cuentan con una población de 9,986 y 2,837 habitantes, respectivamente.

Las localidades más próximas al área del Proyecto son Promontorio, Toruache, El Carmen y El Ranchito. Todos ellos en el municipio de San Bernardo.

Se considera que el municipio de Guanaceví tiene un grado de marginación bajo, al igual que el municipio de San Bernardo, según los datos oficiales del Consejo Nacional de Población (CONAPO). En cuanto al grado de rezago social, evaluado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), Guanaceví tiene un grado alto y San Bernardo un índice bajo.

En relación con lo anterior, se considera que el impulso de proyectos como el pretendido pueden colaborar en la mejora de condiciones de la zona, ya que atraen beneficios que dependen directamente de la ejecución del Proyecto.

Por mencionar algunos de los beneficios más tangibles, además de la derrama económica a partir de los contratos de usufructo, se considera que el Proyecto generará al menos 25 empleos directos y 15 empleos indirectos, de los cuales su gran mayoría serán para pobladores de los municipios asociados.

Estas actividades además de traer empleos directos a la comunidad, para el desarrollo del Proyecto se realizará el abastecimiento de víveres en general y de equipo no especializado en la zona de influencia, dejando una derrama económica importante durante el desarrollo del Proyecto.

Además, se capacitará a todos los colaboradores locales que se contraten en materia de seguridad, exploración minera, cuidado ambiental, así como autodesarrollo, como parte del programa de relaciones comunitarias de la empresa, por lo que será un beneficio adicional para el sector socioeconómico del área de influencia del Proyecto.

III.4.5 Funcionalidad y diagnóstico ambiental

III.4.5.1 Funcionalidad

Un ecosistema se define como una unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado, el cual brinda servicios ambientales de manera natural o por medio del manejo sustentable de sus recursos.

Los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas presentan diferentes funciones:

1. Regulación. Se relaciona con la capacidad natural de los ecosistemas para ajustar y mantener procesos ecológicos esenciales en el mantenimiento de la vida, como el ciclo del agua, del carbono, del oxígeno, etcétera.
2. Hábitat. Los ecosistemas proveen a plantas, animales y microorganismos de espacio para el refugio, la reproducción u otras fases de su ciclo biológico.
3. Producción. Se refieren principalmente a la biomasa que producen los organismos vivos, incluyendo procesos de fijación de nutrientes, conversión de energía (solar a química) y transformación de energía en materia (producción de carbohidratos).
4. Información. Funciones relacionadas con los mecanismos de la herencia (resultado de la evolución natural de las especies). Constituyen el reservorio genético de la

vida e incluyen también la información de la interacción de los organismos con su entorno.

5. Captura de carbono. Con base principalmente en dos perspectivas: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas por la vegetación existente.

6. Estructura del paisaje. Es uno de los elementos que proporcionan valores estéticos y recreativos en una región, los cuales pueden representar una importancia económica para sus habitantes.

Estas funciones se encuentran dentro del ecosistema en estudio y no serán afectados, ya que cada una de las actividades se realizarán causando el menor impacto posible.

III.4.5.2 Diagnóstico ambiental

Con base en la información recabada, se considera que el área del Proyecto presenta tendencias de deterioro natural, aunque aún conserva un grado de conservación mediano a alto, reflejado en la composición y estado de la vegetación presente en el área de influencia del Proyecto, no así en el área puntual de afectación ya que esta la integran sitios sin vegetación.

En el área de estudio se presentan suelos con un estado de degradación por erosión hídrica con pérdida del suelo superficial con grado moderado. En lo que respecta al recurso hídrico dentro del área de estudio, los cauces intermitentes se encuentran ausentes de impactos antropogénicos o algún tipo de contaminación, lo que representa una buena calidad de este.

Teniendo en cuenta estas características, se percibe que el Proyecto no generará impactos negativos en el área de estudio, ya que se establecerán medidas de prevención y mitigación de impactos apegadas a la NOM-120-SEMARNAT-2020 para evitar daños significativos. Una de las medidas más importantes es la reducción de área de impacto, al planearse planillas con la superficie mínima requerida, así como su instalación en áreas cuya cobertura vegetal ya ha sido afectada.

III.5 Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación

En este apartado se exponen los impactos ambientales potenciales que podría generar el desarrollo del Proyecto, asimismo, se evalúan dichos impactos y se describe la metodología empleada para ello, así como los criterios, conceptos y escalas de medición utilizados.

También se indican las medidas propuestas para prevenir y mitigar estos impactos, las que son proporcionales a los impactos identificados, de tal manera que estos se eviten o atenúen y, en dado caso, se puedan compensar. Todas las medidas son coincidentes con las disposiciones establecidas en la NOM-120-SEMARNAT-2020.

Es importante señalar que, considerando las condiciones actuales del área, la superficie que ocupará el Proyecto, así como las características particulares de cada una de las planillas, no se generarán impactos ambientales significativos o relevantes.

III.5.1 MÉTODO PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales del Proyecto se desarrolló mediante una serie de etapas secuenciales. Para el presente IP se utilizó el sistema de redes y gráficos, específicamente las metodologías de Leopold (1971) y Bojórquez *et al*. (1998).

La matriz de Leopold no es propiamente un modelo para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios, teniendo sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control (Gómez, 2003). En suma, se trata de una matriz de relación causa-efecto que añade a su papel en la identificación de impactos la posibilidad de mostrar la estimación de su valor, cual fue estimado cuantitativamente empleando los criterios propuestos por Bojórquez *et al*. (1998).

Entre las ventajas de utilizar dichas metodologías se pueden destacar las siguientes:

- Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.
- Sirve como resumen de la información contenida en el informe del impacto ambiental.

- Permite presentar los impactos de manera sistemática y resumir de manera concisa los efectos provocados, dándole una puntuación empírica según su importancia.
- Permite la utilización de simbología diferente a la tradicional, elaborando una matriz modificada.
- Se pueden seleccionar sólo las celdas más importantes, elaborando una matriz reducida.

Métodos matriciales como el empleado incorporan un listado de actividades del proyecto con una lista de condiciones/características ambientales que podrían ser afectadas. Al combinar estas listas se logra la identificación de las relaciones causa-efecto entre actividades específicas e impactos.

Los valores que se colocan en las celdas de la matriz pueden ser estimaciones cualitativas o cuantitativas de estas relaciones causa-efecto. Con esto se busca, en primera instancia, determinar las actividades que pudieran causar un efecto positivo o negativo debido a la realización del proyecto, para posteriormente valorar sus impactos y determinar el grado de importancia de cada uno de ellos y, finalmente, para proponer medidas de mitigación.

III.5.1.1 Identificación de interacciones (efectos potenciales) del Proyecto

La identificación de interacciones se reconstruyó con las acciones que integran el alcance vigente del Proyecto: uso de accesos existentes, apertura y acondicionamiento de planillas, instalación del equipo, barrenación diamantina, manejo de agua/lodos, combustibles, residuos, sellado, retiro, restauración y actividades socioeconómicas. La matriz de Leopold se utiliza como herramienta de cribado causa–efecto y distingue interacciones adversas (N), benéficas (P) y ausencia de interacción relevante (—) (Tabla 25).

Tabla 25. Identificación de componentes ambientales que se consideren susceptibles a ser afectados (basado en la matriz de Leopold, 1971).

Componente	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Aire	—	N	—	—	N	—	—	—	—	N	—	—
Agua	—	—	N	—	N	N	N	N	—	—	—	—
Suelo	—	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	—
Vegetación	—	—	N	—	—	—	—	—	—	—	P	—
Fauna	—	N	N	N	N	—	—	—	—	—	P	—
Paisaje	—	—	N	N	N	—	—	—	N	P	P	—
Socioeconómico	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	P

Clave de acciones de la Tabla 25: A1 replanteo/micro-siting; A2 traslado por accesos existentes; A3 apertura de planilla; A4 instalación de equipo; A5 barrenación; A6 manejo de agua y lodos; A7 combustibles/lubricantes; A8 sanitarios y residuos; A9 sellado; A10 retiro y limpieza; A11 restitución/revegetación; A12 contratación y adquisición local.

III.5.1.2 Análisis de los impactos identificados como potenciales

La evaluación cuantitativa de los impactos se determina a partir de un suceso o fenómeno que se desarrolla dentro de un componente ambiental, por ejemplo, la erosión (fenómeno que sirve como indicador, que se desarrolla solo dentro del componente ambiental suelo), la cual puede ser alterada positivamente (si esta disminuyera por una determinada acción) o negativamente (en caso de aumento), repercutiendo dentro del componente ambiental suelo.

Bajo este panorama, es importante tener en mente que la valoración inicial de interacciones (impactos potenciales) se desarrolló con base en un análisis perceptivo y crítico de un grupo interdisciplinario para hacer una evaluación objetiva, identificando la posible existencia de un impacto adverso o benéfico y su consideración como significativo o no significativo.

Como se mencionó anteriormente, la metodología de Leopold deriva en una matriz de identificación de impactos con su valoración cualitativa al respecto. A partir de esta matriz se hizo una evaluación cuantitativa basada en los criterios propuestos por Bojórquez *et al.* (1998), de la cual se presentan los resultados relevantes, desde la identificación de los indicadores de impacto hasta la valoración del impacto del Proyecto.

Indicadores de impacto

De acuerdo con M.T. Esteban (1984), llamamos indicador de impacto ambiental al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, en el cuantitativo. Algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras otros emplean conceptos de valoración calificativos tales como: excelente, muy bueno, bueno, regular, nulo, etc.

Para cada indicador de impacto, es preciso disponer de una función de valores asociada que permita establecer la calidad ambiental en función de la magnitud de aquel. Con base en los componentes ambientales que pueden afectarse por el Proyecto, se realizó una lista donde se presentan cuantitativamente los indicadores que inciden positiva o negativamente en el proceso, los cuales que fueron la base para calificar el impacto ambiental del Proyecto (Tabla 26).

Tabla 26. Indicadores de impacto definidos para el Proyecto.

Componente	Indicador ambiental	Parámetro de medida	Unidad	Observaciones
Aire	Emisiones de combustión	Consumo de combustible / horas-equipo	L o h	Equipo y vehículos
Aire	Polvo	Eventos visibles / tránsito / superficie expuesta	Eventos / ha	Principalmente en condiciones secas
Aire	Ambiente sonoro	Nivel de ruido del equipo	dB(A)	Medición o ficha técnica
Agua	Consumo de agua	Agua suministrada y reposición	m³/barreno; m³ total	Separar agua nueva y recirculada
Agua	Recirculación	Proporción de agua recirculada	% / m³	Cárcamo/tina/tanque de sedimentación
Agua	Aguas sanitarias	Volumen retirado por sanitario portátil	m³	Sin descarga al terreno
Suelo	Superficie intervenida	Área efectiva de planillas	ha	0.2425 ha consolidadas
Suelo	Compactación / erosión	Superficie con alteración y condición pre/post	ha / evidencia	Comparación fotográfica y liberación
Suelo	Derrames	Número, volumen y superficie afectada	Eventos / L / m²	Registro de contingencias
Vegetación	Cobertura removida	Superficie herbácea/arbustiva intervenida	m² / ha	Documentar por planilla
Vegetación	Recuperación	Superficie revegetada y supervivencia cuando aplique	m² / %	Seguimiento de cierre
Fauna	Perturbación / rescate	Registros, eventos de ahuyentamiento y rescate	Eventos	Énfasis en especies NOM-059
Fauna	Ruido	Nivel y distancia a registros sensibles	dB(A) / m	Cuando sea necesario
Paisaje	Ocupación visual	Número de frentes activos y evidencia pre/post	Frentes / evidencia	Temporalidad del equipo
Socioeconómico	Empleo	Empleos directos e indirectos	Personas	Dato por confirmar
Socioeconómico	Derrama local	Compras y contratación local	$ / contratos	Cuando exista registro

Evaluación de los impactos identificados

En el presente estudio los impactos se evaluaron utilizando los criterios propuestos por Bojórquez *et al.* (1998)[4]. Estos criterios se dividen en básicos y complementarios.

Criterios Básicos:

- Magnitud = M
- Extensión = E

[4] Además, se toma en cuenta la naturaleza del impacto, la cual se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente. Se considera que existe efecto positivo o negativo.

- **Positivo**. Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos extremos de la actuación contemplada.
- **Negativo**. Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la actividad (por ejemplo, erosión) y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

- Duración = D

Criterios Complementarios:

- Sinergismo = S
- Acumulación = A
- Controversia = C

A continuación, se describen brevemente estos criterios.

Magnitud

Se refiere a la intensidad o grado de destrucción. Se dan valores como:

- Impacto notable o muy alto. Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.

  En el caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina total.

- Impactos medio y alto. Aquellos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

- Impacto mínimo o bajo. Aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

Extensión

Extensión del impacto con respecto al área de influencia o donde se llega a manifestar.

- Impacto puntual. Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
- Impacto parcial. Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.
- Impacto extremo. Aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.
- Impacto total. Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

Duración

Se refiere al tiempo de duración de la manifestación del impacto.

- Impacto temporal. Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse.

  Si la duración del efecto es inferior a un año, consideramos que el impacto es *fugaz*, si dura entre 1 y 3 años propiamente puede considerarse *temporal*.

- Impacto permanente. Aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

Sinérgico

Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Acumulativo

El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Controversia

Cuando el proyecto a establecerse en la región no es aceptado o bien recibido por la sociedad.

Para la reaplicación del método se consideraron como elementos de contexto: 100 barrenos distribuidos en 97 planillas, 0.2425 ha de afectación directa, 28.25 ha de área de influencia, 1,945.1988 ha de sistema ambiental y una vigencia de cinco años. La extensión se valoró respecto del AI/SA; la acumulación consideró la repetición secuencial de actividades; y la controversia se mantuvo en 0 por no existir, en las fuentes revisadas, evidencia específica de controversia social asociada al programa actual.

Continuando con la metodología de evaluación de impacto ambiental, los criterios básicos y complementarios se clasificaron utilizando una escala ordinaria de 0 a 9, con los siguientes atributos:

Tabla 27. Valores de escala ordinal.

Valor escala ordinal	Efecto
0	Nulo
1	Nulo - bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Bajo - moderado
5	Moderado
6	Moderado - alto
7	Alto
8	Muy alto
9	Extremadamente alto

Una vez asignados los valores, se calcularon los índices básicos (IB), los índices complementarios (IC) y el índice de impacto (I). Las fórmulas de estos índices son:

$$IB = \frac{\sqrt[3]{M.E.D.}}{9}$$

$$IC = \frac{S + A + C}{27}$$

$$I = IB^{1-IC}$$

Las expresiones aplicadas son: IB = (M × E × D)^(1/3) / 9; IC = (S + A + C) / 27; e I = IB^(1−IC). La naturaleza del impacto se registra de forma independiente como adversa o benéfica; para las gráficas se emplea I con signo, sin realizar compensación entre efectos positivos y negativos.

Con esta forma de evaluación el valor mínimo que puede obtener el índice de impacto es 0.111 y el mayor 1.00. Los valores de los índices fueron clasificados en rangos de impactos con la finalidad de clasificar los impactos y observar donde se aplicarán medidas de mitigación (Tabla 28).

Tabla 28. Rangos de los índices de impacto (I).

Valor del índice de impacto	Rangos de impactos significativos
0.111-0.280	Muy bajo (MB)
0.281-0.460	Bajo (B)
0.461-0.640	Moderado (M)
0.641-0.820	Alto (A)
0.821-1.00	Muy alto (MA)

Determinación cuantitativa del valor de los impactos ambientales

La valoración cuantitativa se recalculó mediante los criterios de Bojórquez para 32 interacciones cribadas. Se identificaron 26 interacciones adversas y seis benéficas. Los valores adversos se distribuyen exclusivamente entre las clases Muy Baja y Baja; el valor adverso máximo es I = 0.366, correspondiente a la operación de barrenación sobre aire y fauna. Ninguna interacción adversa alcanza las categorías Moderada, Alta o Muy Alta.

La matriz cribada (Tabla 29) presenta la asignación de Magnitud, Extensión, Duración, Sinergia, Acumulación y Controversia para cada interacción. Los índices IB, IC e I resultantes se presentan en la Tabla 30. Los impactos benéficos de restauración y del componente socioeconómico se reportan separadamente y no se restan de los valores adversos.

El resultado metodológico confirma que, con el diseño actual del Proyecto y sin considerar una compensación matemática por las medidas de restauración, no se identifican impactos con valoración Moderada, Alta o Muy Alta.

Tabla 29. Matriz cribada de impactos con los valores (en escala ordinal) de magnitud, extensión, duración, sinergia, acumulación y controversia.

ID	Componente	Acción / impacto potencial	Naturaleza	M	E	D	S	A	C
I01	Aire	Traslado por caminos y senderos existentes: Emisiones de combustión y levantamiento puntual de polvo	Negativo	2	2	2	1	2	0
I02	Aire	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Emisiones de combustión, partículas y ambiente sonoro durante la barrenación	Negativo	3	2	3	2	3	0
I03	Aire	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Emisiones y polvo asociados al retiro del equipo	Negativo	1	1	1	0	1	0
I04	Agua	Apertura y acondicionamiento de planilla: Alteración puntual de infiltración y escurrimiento por acondicionamiento	Negativo	2	1	3	1	1	0
I05	Agua	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Consumo de agua y generación de retorno de perforación	Negativo	3	2	3	1	3	0
I06	Agua	Manejo y recirculación de agua y lodos: Pérdidas operativas de fluido y manejo de agua/lodos	Negativo	3	2	3	1	3	0
I07	Agua	Manejo de combustibles y lubricantes: Riesgo puntual de afectación por derrame de combustible o lubricante	Negativo	2	1	3	1	1	0
I08	Agua	Servicios sanitarios y manejo de residuos: Riesgo de liberación accidental de aguas sanitarias o residuos	Negativo	2	1	2	1	1	0
I09	Suelo	Traslado por caminos y senderos existentes:	Negativo	1	1	2	0	1	0

ID	Componente	Acción / impacto potencial	Naturaleza	M	E	D	S	A	C
		Compactación adicional puntual por tránsito							
I10	Suelo	Apertura y acondicionamiento de planilla: Remoción superficial, compactación y susceptibilidad a erosión	Negativo	3	2	3	2	2	0
I11	Suelo	Instalación y anclaje del equipo: Compactación localizada por instalación y anclaje del equipo	Negativo	2	1	3	1	1	0
I12	Suelo	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Generación de recortes y compactación localizada durante la perforación	Negativo	2	1	3	1	2	0
I13	Suelo	Manejo y recirculación de agua y lodos: Riesgo de contacto con lodos o fluidos de perforación	Negativo	2	1	3	1	2	0
I14	Suelo	Manejo de combustibles y lubricantes: Riesgo de contaminación puntual por combustibles/lubricantes	Negativo	3	1	3	1	2	0
I15	Suelo	Servicios sanitarios y manejo de residuos: Dispersión o manejo inadecuado de residuos	Negativo	2	1	2	1	1	0
I16	Suelo	Sellado o aseguramiento del barreno: Ocupación/compactación puntual asociada al sellado del barreno	Negativo	2	1	6	0	1	0
I17	Suelo	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Compactación menor durante desmontaje y retiro	Negativo	1	1	1	0	1	0
I18	Suelo	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de estabilidad y condición superficial	Positivo	2	2	4	1	2	0
I19	Vegetación	Apertura y acondicionamiento de planilla: Retiro puntual	Negativo	3	2	4	1	2	0

ID	Componente	Acción / impacto potencial	Naturaleza	M	E	D	S	A	C
		de cobertura herbácea y arbustiva							
I20	Vegetación	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de cobertura mediante revegetación	Positivo	3	2	5	1	2	0
I21	Fauna	Traslado por caminos y senderos existentes: Perturbación temporal por tránsito y presencia humana	Negativo	2	1	2	1	2	0
I22	Fauna	Apertura y acondicionamiento de planilla: Alteración temporal de microhábitat durante apertura de planilla	Negativo	2	2	2	1	2	0
I23	Fauna	Instalación y anclaje del equipo: Perturbación por presencia de equipo en el frente	Negativo	2	1	2	1	1	0
I24	Fauna	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Estrés y desplazamiento temporal por ruido y actividad de barrenación	Negativo	3	2	3	2	3	0
I25	Fauna	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de condiciones de microhábitat al restaurar el frente	Positivo	1	2	3	1	1	0
I26	Paisaje	Apertura y acondicionamiento de planilla: Modificación visual puntual por apertura de planilla	Negativo	2	1	2	1	1	0
I27	Paisaje	Instalación y anclaje del equipo: Presencia temporal de equipo y elementos de apoyo	Negativo	2	1	2	1	1	0
I28	Paisaje	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Presencia de actividad de perforación y personal	Negativo	2	1	2	1	2	0
I29	Paisaje	Sellado o aseguramiento del barreno: Elemento	Negativo	1	1	6	0	1	0

ID	Componente	Acción / impacto potencial	Naturaleza	M	E	D	S	A	C
		puntual de identificación/sellado del barreno							
I30	Paisaje	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Recuperación visual por retiro y limpieza del frente	Positivo	1	1	2	0	1	0
I31	Paisaje	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de la calidad visual mediante restitución	Positivo	2	2	4	1	1	0
I32	Socioeconómico	Contratación y adquisición local: Generación temporal de empleo e ingresos por bienes y servicios	Positivo	3	3	4	1	3	0

Tabla 30. Valores del índice de impacto (I) cuantificados.

ID	Componente	Acción / impacto	IB	IC	I	Naturaleza	Clase
I01	Aire	Traslado por caminos y senderos existentes: Emisiones de combustión y levantamiento puntual de polvo	0.222	0.111	0.263	Negativo	Muy bajo (MB)
I02	Aire	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Emisiones de combustión, partículas y ambiente sonoro durante la barrenación	0.291	0.185	0.366	Negativo	Bajo (B)
I03	Aire	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Emisiones y polvo asociados al retiro del equipo	0.111	0.037	0.121	Negativo	Muy bajo (MB)
I04	Agua	Apertura y acondicionamiento de planilla: Alteración puntual de infiltración y escurrimiento por acondicionamiento	0.202	0.074	0.227	Negativo	Muy bajo (MB)
I05	Agua	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Consumo de agua y	0.291	0.148	0.350	Negativo	Bajo (B)

ID	Componente	Acción / impacto	IB	IC	I	Naturaleza	Clase
		generación de retorno de perforación					
I06	Agua	Manejo y recirculación de agua y lodos: Pérdidas operativas de fluido y manejo de agua/lodos	0.291	0.148	0.350	Negativo	Bajo (B)
I07	Agua	Manejo de combustibles y lubricantes: Riesgo puntual de afectación por derrame de combustible o lubricante	0.202	0.074	0.227	Negativo	Muy bajo (MB)
I08	Agua	Servicios sanitarios y manejo de residuos: Riesgo de liberación accidental de aguas sanitarias o residuos	0.176	0.074	0.201	Negativo	Muy bajo (MB)
I09	Suelo	Traslado por caminos y senderos existentes: Compactación adicional puntual por tránsito	0.140	0.037	0.151	Negativo	Muy bajo (MB)
I10	Suelo	Apertura y acondicionamiento de planilla: Remoción superficial, compactación y susceptibilidad a erosión	0.291	0.148	0.350	Negativo	Bajo (B)
I11	Suelo	Instalación y anclaje del equipo: Compactación localizada por instalación y anclaje del equipo	0.202	0.074	0.227	Negativo	Muy bajo (MB)
I12	Suelo	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Generación de recortes y compactación localizada durante la perforación	0.202	0.111	0.241	Negativo	Muy bajo (MB)
I13	Suelo	Manejo y recirculación de agua y lodos: Riesgo de contacto con lodos o fluidos de perforación	0.202	0.111	0.241	Negativo	Muy bajo (MB)
I14	Suelo	Manejo de combustibles y lubricantes: Riesgo de contaminación puntual por combustibles/lubricantes	0.231	0.111	0.272	Negativo	Muy bajo (MB)
I15	Suelo	Servicios sanitarios y manejo de residuos: Dispersión o manejo inadecuado de residuos	0.176	0.074	0.201	Negativo	Muy bajo (MB)

ID	Componente	Acción / impacto	IB	IC	I	Naturaleza	Clase
I16	Suelo	Sellado o aseguramiento del barreno: Ocupación/compactación puntual asociada al sellado del barreno	0.254	0.037	0.268	Negativo	Muy bajo (MB)
I17	Suelo	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Compactación menor durante desmontaje y retiro	0.111	0.037	0.121	Negativo	Muy bajo (MB)
I18	Suelo	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de estabilidad y condición superficial	0.280	0.111	0.323	Positivo	Bajo (B)
I19	Vegetación	Apertura y acondicionamiento de planilla: Retiro puntual de cobertura herbácea y arbustiva	0.320	0.111	0.364	Negativo	Bajo (B)
I20	Vegetación	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de cobertura mediante revegetación	0.345	0.111	0.389	Positivo	Bajo (B)
I21	Fauna	Traslado por caminos y senderos existentes: Perturbación temporal por tránsito y presencia humana	0.176	0.111	0.214	Negativo	Muy bajo (MB)
I22	Fauna	Apertura y acondicionamiento de planilla: Alteración temporal de microhábitat durante apertura de planilla	0.222	0.111	0.263	Negativo	Muy bajo (MB)
I23	Fauna	Instalación y anclaje del equipo: Perturbación por presencia de equipo en el frente	0.176	0.074	0.201	Negativo	Muy bajo (MB)
I24	Fauna	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Estrés y desplazamiento temporal por ruido y actividad de barrenación	0.291	0.185	0.366	Negativo	Bajo (B)
I25	Fauna	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de condiciones de	0.202	0.074	0.227	Positivo	Muy bajo (MB)

ID	Componente	Acción / impacto	IB	IC	I	Naturaleza	Clase
		microhábitat al restaurar el frente					
I26	Paisaje	Apertura y acondicionamiento de planilla: Modificación visual puntual por apertura de planilla	0.176	0.074	0.201	Negativo	Muy bajo (MB)
I27	Paisaje	Instalación y anclaje del equipo: Presencia temporal de equipo y elementos de apoyo	0.176	0.074	0.201	Negativo	Muy bajo (MB)
I28	Paisaje	Barrenación diamantina y recuperación de núcleo: Presencia de actividad de perforación y personal	0.176	0.111	0.214	Negativo	Muy bajo (MB)
I29	Paisaje	Sellado o aseguramiento del barreno: Elemento puntual de identificación/sellado del barreno	0.202	0.037	0.214	Negativo	Muy bajo (MB)
I30	Paisaje	Retiro de equipo, cárcamo y limpieza: Recuperación visual por retiro y limpieza del frente	0.140	0.037	0.151	Positivo	Muy bajo (MB)
I31	Paisaje	Restitución del relieve y revegetación: Recuperación de la calidad visual mediante restitución	0.280	0.074	0.308	Positivo	Bajo (B)
I32	Socioeconómico	Contratación y adquisición local: Generación temporal de empleo e ingresos por bienes y servicios	0.367	0.148	0.426	Positivo	Bajo (B)

Descripción y análisis de los impactos ambientales identificados

Una vez determinados los impactos para cada uno de los componentes ambientales, se describen los resultados generados en las diferentes actividades del Proyecto.

Aire

Para el componente aire se evaluaron tres interacciones adversas. La mayor corresponde a la barrenación diamantina y operación de la unidad de potencia, con I = 0.366 (Bajo); el traslado por accesos existentes obtiene I = 0.263 (Muy bajo) y el retiro del equipo I = 0.121 (Muy bajo). Los efectos se asocian a emisiones de combustión, partículas y ambiente sonoro y permanecen localizados en los frentes y rutas existentes.

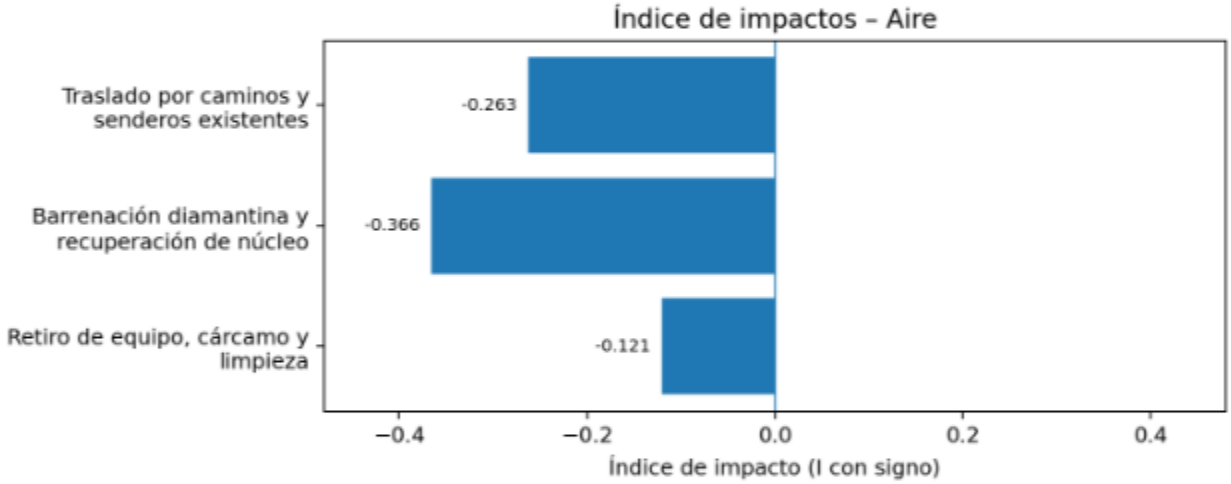


Figura 21. Índice de impactos sobre el componente aire.

La valoración refleja el carácter temporal de cada frente y la ausencia de apertura o ampliación de caminos.

Agua

En agua se evaluaron cinco interacciones adversas. Los valores máximos corresponden a la barrenación y al manejo/recirculación de agua y lodos, ambos con I = 0.350 (Bajo). La alteración puntual de infiltración por acondicionamiento y el riesgo de derrames presentan I = 0.227 (Muy bajo), mientras que el riesgo asociado a sanitarios/residuos obtiene I = 0.201 (Muy bajo). No se prevén descargas directas al suelo o a cauces; la evaluación considera consumo, recirculación, pérdidas operativas y contingencias.

La evaluación excluye rehabilitación o apertura de caminos como acción del Proyecto y se limita al uso de accesos existentes.

La Figura 22 muestra los índices de las interacciones evaluadas para el componente agua.

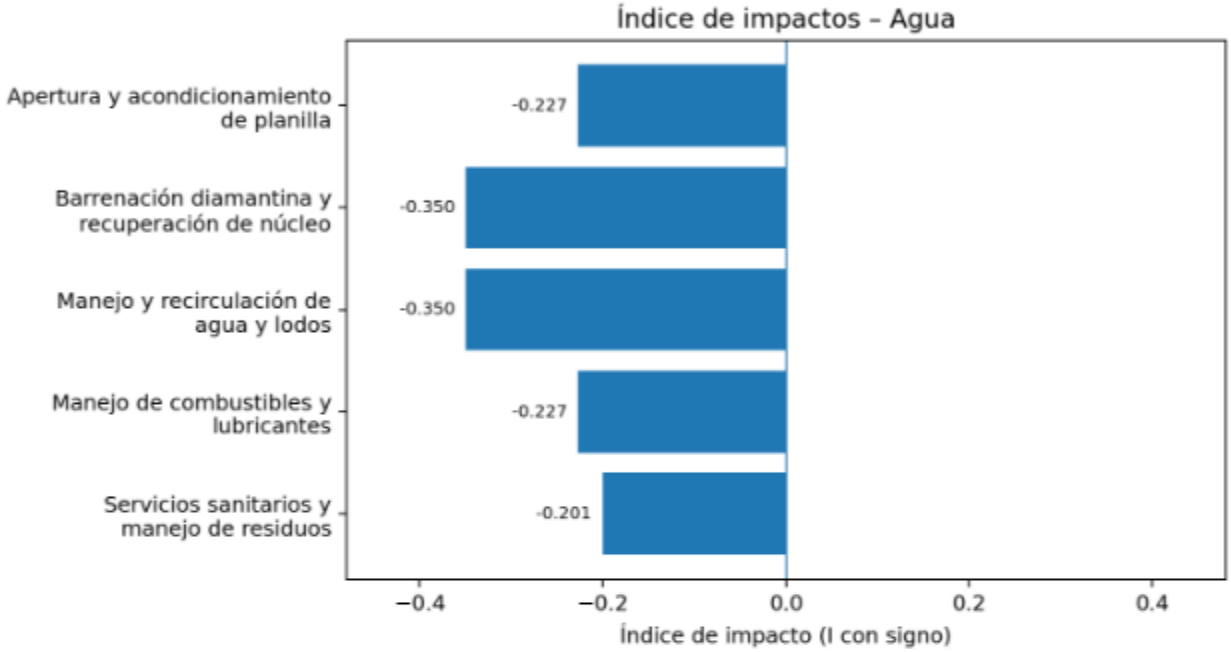


Figura 22. Índice de impactos sobre el componente agua.

Suelo

Para suelo se evaluaron nueve interacciones adversas y una benéfica. El mayor efecto adverso se asocia a la apertura y acondicionamiento de las planillas, con I = 0.350 (Bajo). El riesgo de contaminación por combustibles/lubricantes obtiene I = 0.272 (Muy bajo) y el sellado del barreno I = 0.268 (Muy bajo); las demás interacciones adversas se encuentran entre I = 0.121 e I = 0.241. La restitución del relieve y del suelo genera un efecto benéfico I = 0.323 (Bajo).

La valoración del suelo considera la superficie consolidada de 0.2425 ha, la erosión hídrica moderada preexistente y el carácter puntual y progresivamente restaurable de la intervención.

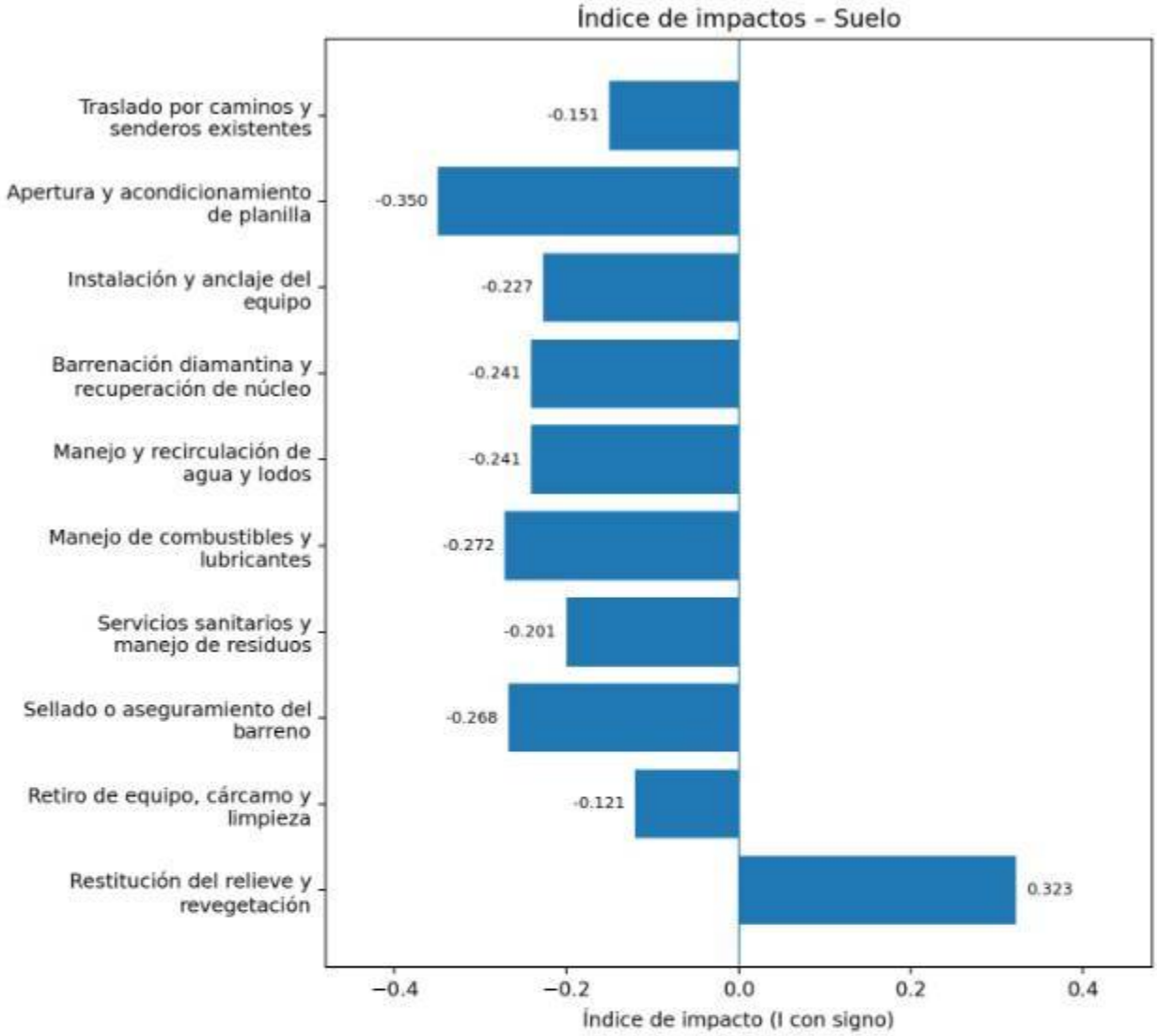


Figura 23. Índice de impactos sobre el componente ambiental suelo.

Vegetación y fauna

En vegetación se identificó una interacción adversa por la apertura de planillas, con I = 0.364 (Bajo), asociada al retiro puntual de cobertura herbácea y arbustiva cuando no pueda evitarse mediante micro-siting. La restitución y revegetación se valora como efecto benéfico con I = 0.389 (Bajo). El análisis no presupone impacto nulo porque el AP se ubica cartográficamente en Bosque de Pino-Encino.

Para fauna, la barrenación constituye la interacción adversa de mayor valor con I = 0.366 (Bajo), por ruido, actividad humana y desplazamiento temporal. La apertura de planillas obtiene I = 0.263 (Muy bajo), el tránsito I = 0.214 (Muy bajo) y la presencia temporal de

equipo I = 0.201 (Muy bajo). La recuperación del microhábitat asociada a la restauración se valora como benéfica, I = 0.227 (Muy bajo). La inspección y liberación previa se mantiene como medida preventiva y no se contabiliza como impacto positivo.

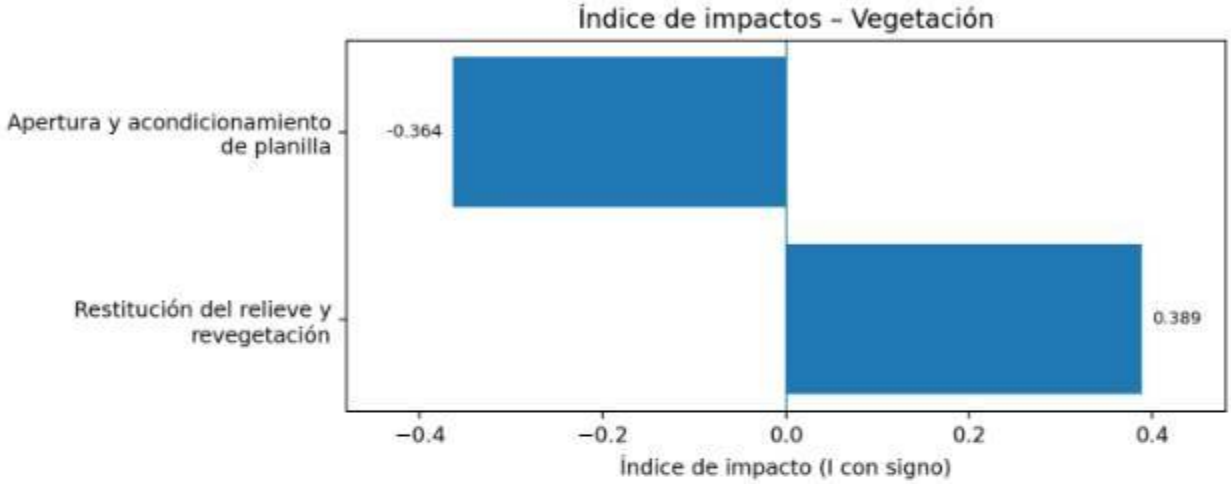


Figura 24. Índice de impactos sobre el componente ambiental vegetación.

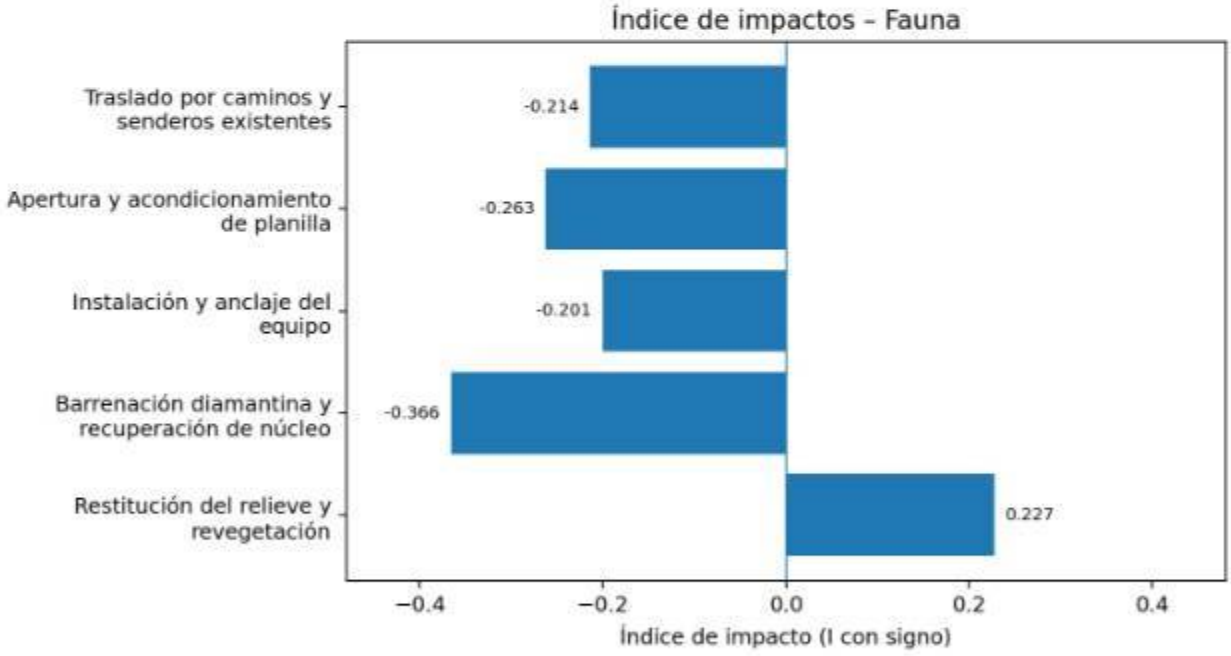


Figura 25. Índice de impactos sobre el componente ambiental fauna.

Paisaje

En paisaje, todas las interacciones adversas son de clase Muy Baja. Los valores máximos son I = 0.214 para la operación de barrenación y para el elemento puntual de sellado; la apertura e instalación de equipo presentan I = 0.201. El retiro y limpieza produce un efecto benéfico I = 0.151 (Muy bajo), y la restitución/revegetación un efecto benéfico I = 0.308 (Bajo). La baja valoración adversa responde a la ocupación temporal, la ausencia de infraestructura permanente y la no apertura de caminos.

La modificación visual adversa es puntual y reversible; los efectos positivos del cierre se muestran separadamente en la Figura 26.

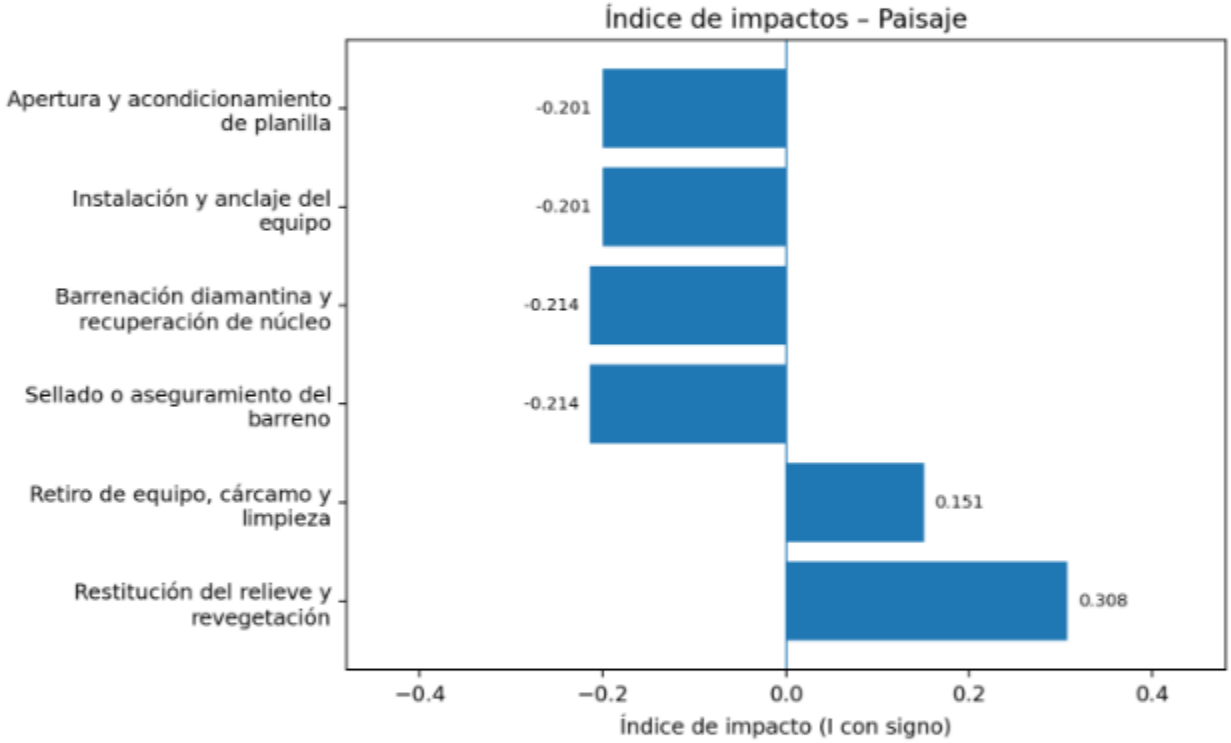


Figura 26. Índice de impactos sobre el componente ambiental paisaje.

Socioeconómico

El componente socioeconómico presenta una interacción benéfica asociada a contratación temporal y adquisición de bienes y servicios, con I = 0.426 (Bajo). El valor representa la importancia relativa del beneficio dentro de la metodología y no una compensación de los impactos ambientales adversos.

La duración de cinco años y la repetición de adquisiciones/contrataciones explican el componente acumulativo del beneficio; el número definitivo de empleos y la derrama local deberán documentarse durante la ejecución.

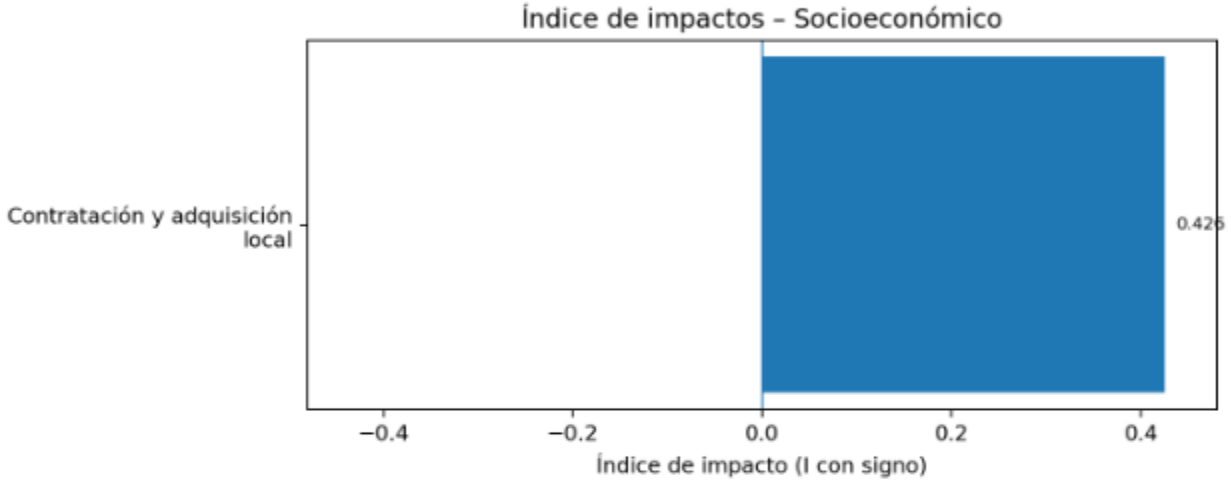


Figura 27. Índice de impactos sobre el componente socioeconómico.

III.5.2 Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación

La reaplicación del método de Bojórquez determina que los impactos adversos del Proyecto se ubiquen inicialmente en las clases Muy Baja y Baja. Para reducirlos se aplica una jerarquía de manejo que prioriza evitar y prevenir el impacto, después minimizarlo o mitigarlo y, finalmente, restaurar el sitio intervenido. Las medidas se consolidan a partir de las acciones ya previstas en el IP —control de huella, ausencia de herbicidas, manejo de suelo superficial, sanitarios portátiles, control de residuos, protección de fauna, manejo de combustibles y restauración— y se complementan con criterios operativos e indicadores de eficacia.

Las medidas se seleccionaron por compatibilidad con una exploración mediante barrenación diamantina, equipo portátil, uso de accesos existentes y cierre progresivo. El objetivo es reducir de forma demostrable la magnitud, extensión, duración y acumulación de los impactos, manteniendo la operación dentro de las condiciones evaluadas y de las disposiciones ambientales aplicables.

La Tabla 31 vincula los impactos adversos con las medidas específicas y sus criterios de éxito. La Tabla 32 reúne controles generales de aplicación transversal. La eficacia se

reevalúa en términos de impacto residual y se presentan medidas de compensación únicamente de manera contingente, para el supuesto de que el seguimiento demuestre un efecto residual atribuible al Proyecto que no sea corregido mediante la restauración ordinaria.

Tabla 31. Medidas de prevención, mitigación y restauración para los impactos adversos del Proyecto.

Componente	Impacto adverso relevante	Medidas aplicables	Objetivo / criterio de éxito
Aire	Emisiones, polvo y ruido por tránsito y barrenación	Usar accesos existentes; controlar el tránsito; mantener equipos en condiciones mecánicas adecuadas; evitar ralentí innecesario; operar actividades ruidosas en horario diurno; ajustar la operación cuando exista polvo visible persistente.	Reducir emisiones y perturbación fuera del frente. Criterios: cero apertura de caminos; mantenimiento vigente; ausencia de pluma de polvo persistente y controles acústicos funcionales.
Agua	Consumo de agua y manejo de retorno/lodos	Operar el circuito retorno-sedimentación-recirculación; reponer únicamente pérdidas; utilizar cárcamo/tina/tanque impermeable; evitar reboses y descargas intencionales.	Reducir el consumo de agua fresca y evitar la liberación de fluidos. Criterios: registro de agua suministrada/recirculada; cero reboses y cero descarga al terreno o cauces.
Agua / Suelo	Derrames de combustible o lubricantes	Instalar protección impermeable bajo motores y sistema hidráulico; usar recipientes cerrados; minimizar el volumen presente; no realizar mantenimiento mayor; mantener kit de derrames y retirar material afectado si ocurre una contingencia.	Evitar contacto con suelo y escorrentía. Criterios: cero manchas de hidrocarburos en suelo natural; 100 % de derrames contenidos, registrados y cerrados.
Agua	Aguas sanitarias	Utilizar sanitarios portátiles suficientes y retirar efluentes mediante prestador; prohibir cualquier descarga al terreno.	Eliminar descargas sanitarias. Criterio: cero descargas al suelo/cauces y conservación de comprobantes de servicio.
Suelo	Remoción superficial, compactación y erosión en planillas	Aplicar micro-siting; intervenir únicamente dentro de la huella; realizar deshierbe manual; segregar y conservar la capa superficial; evitar acopios en drenajes; restituir y descompactar localmente al cierre.	Limitar magnitud y extensión y facilitar la recuperación. Criterios: superficie no mayor a la geometría aprobada, sin acopios en cauces y sin compactación o depresiones artificiales al cierre.
Suelo / Agua	Erosión residual o arrastre de sedimento	Después del cierre, si se observa concentración de escurrimiento o arrastre, aplicar acolchado, material vegetal, pequeñas barreras permeables u otra solución localizada de baja intervención.	Evitar el incremento de la erosión hídrica moderada preexistente. Criterio: cero surcos o cárcavas nuevas atribuibles al Proyecto después de la corrección.
Residuos	Dispersión de RSU y residuos peligrosos eventuales	Instalar contenedores con tapa; efectuar retiro periódico; segregar; manejar residuos peligrosos eventuales en recipientes cerrados, etiquetados y sobre superficie impermeable; entregar a gestor autorizado y conservar manifiestos.	Evitar contaminación y dispersión. Criterios: cero residuos dispersos y 100 % de residuos peligrosos trazables.
Vegetación	Retiro puntual de vegetación herbácea/arbustiva	Aplicar micro-siting para privilegiar claros y evitar arbolado; limitar el deshierbe a lo indispensable; prohibir quema/herbicidas; conservar suelo y	Reducir pérdida de cobertura y acelerar la recuperación. Criterios: cero remoción arbórea evitable y

Componente	Impacto adverso relevante	Medidas aplicables	Objetivo / criterio de éxito
		material vegetal y favorecer recuperación/revegetación cuando corresponda.	ausencia de superficies desnudas persistentes atribuibles al Proyecto.
Fauna	Perturbación, desplazamiento o riesgo de daño directo	Realizar inspección y liberación ambiental previa; permitir desplazamiento; prohibir caza/colecta; si se detecta una especie en riesgo, nido/refugio activo o un ejemplar que no pueda salir, detener localmente y ejecutar rescate/reubicación por personal competente.	Evitar mortalidad y daño directo. Criterios: 100 % de frentes liberados; cero mortalidad atribuible a la operación; rescates georreferenciados.
Paisaje	Modificación visual temporal	Mantener control estricto de huella, equipo portátil sin infraestructura permanente, cierre progresivo, retiro inmediato de equipo/cárcamo/materiales, limpieza y restitución del relieve.	Reducir la duración del disturbio visual. Criterio: cero frentes abandonados con materiales y evidencia pre/post de cierre.
Todos los componentes	Acumulación por repetición de 100 barrenos	Establecer cierre progresivo por planilla y verificación georreferenciada post-cierre; revisar nuevamente después del primer periodo de lluvias significativo y corregir hallazgos atribuibles al Proyecto.	Evitar acumulación de frentes abiertos y demostrar eficacia. Criterios: 100 % de planillas cerradas/documentadas y 100 % de hallazgos corregidos.

Tabla 32. Medidas generales de aplicación transversal y criterios de verificación.

Medida general	Jerarquía	Aplicación / evidencia
Replanteo, micro-siting e inspección ambiental previa de cada planilla.	Prevención	Ficha georreferenciada y fotografía preoperativa.
No realizar quema ni usar herbicidas o productos químicos para el deshierbe.	Prevención	Deshierbe manual y supervisión.
No abrir ni ampliar caminos; utilizar exclusivamente accesos existentes.	Prevención	Rutas verificadas y ausencia de obras viales nuevas.
No realizar actividades fuera de los límites aprobados de planillas y accesos.	Prevención	Control GPS y supervisión de campo.
Prohibir caza, captura, colecta y extracción de flora/fauna por el personal.	Prevención	Inducción, vigilancia y bitácora.
Colocar señalización preventiva/restrictiva cuando un frente coincida o interactúe con un acceso.	Prevención	Registro fotográfico.
Mantener protección impermeable, bandejas de goteo, kit de derrames y extintores en frentes activos.	Prevención / contingencia	Lista de verificación del frente.
Mantener HDS de aditivos y combustibles, usar sólo productos autorizados y controlar dosis.	Prevención	Inventario e HDS.
Mantener contenedores con tapa y programa de retiro de residuos; conservar manifiestos cuando apliquen.	Prevención	Bitácoras y comprobantes.
Cerrar progresivamente cada planilla, retirar materiales, restituir relieve y revegetar cuando la recuperación natural no sea suficiente.	Mitigación / restauración	Formato de cierre y seguimiento.
Verificar post-cierre y después del primer periodo de lluvias significativo; corregir cualquier impacto residual atribuible al Proyecto.	Seguimiento / correctiva	Informe fotográfico y bitácora de acciones.

La compensación no se plantea como sustituto de la prevención o restauración, ni como una obligación automática derivada de la presente evaluación. Se activa únicamente si el seguimiento demuestra una pérdida o deterioro residual atribuible al Proyecto que persista después de aplicar las medidas ordinarias.

Para estimar el efecto de las medidas se realizó una reevaluación residual de las 26 interacciones adversas. La reducción se asignó únicamente cuando una medida actúa directamente sobre la intensidad, extensión o duración del efecto. El resultado es que todas las interacciones adversas quedan en la categoría Muy Baja; el máximo residual es I = 0.214. Este valor constituye una estimación de eficacia que deberá verificarse mediante indicadores de campo y no sustituyen el seguimiento ambiental.

Tabla 33. Reevaluación del impacto residual después de la aplicación del paquete de medidas.

Componente	Interacciones adversas	I inicial máximo	I residual máximo	Clase residual	Reducción del impacto crítico	Paquete principal
Aire	3	0.366	0.214	Muy bajo (MB)	41.6 %	Mantenimiento/operación eficiente; control de polvo; horario diurno y control de ruido.
Agua	5	0.350	0.201	Muy bajo (MB)	42.6 %	Recirculación; contención impermeable; control de derrames; sanitarios portátiles.
Suelo	9	0.350	0.201	Muy bajo (MB)	42.6 %	Micro-siting; control de huella; conservación de suelo superficial; contención; cierre progresivo y restitución.
Vegetación	1	0.364	0.151	Muy bajo (MB)	58.6 %	Micro-siting; deshierbe manual mínimo; conservación de suelo/material vegetal; revegetación cuando corresponda.
Fauna	4	0.366	0.214	Muy bajo (MB)	41.6 %	Liberación previa; ahuyentamiento/rescate; horario diurno; paro local ante especies o refugios sensibles.
Paisaje	4	0.214	0.151	Muy bajo (MB)	29.4 %	Control de huella; retiro inmediato; limpieza; restitución del relieve.
Socioeconómico	0	—	—	No aplica	—	No se identificaron interacciones adversas; el efecto evaluado es benéfico.

Tabla 34. Medidas de compensación contingente asociadas a impactos residuales comprobados.

Componente	Criterio de activación	Medida de compensación contingente	Evidencia / cierre
Vegetación / Suelo / Paisaje	Recuperación insuficiente, superficie desnuda persistente o falla de revegetación atribuible al Proyecto después del primer periodo de lluvias.	Ejecutar revegetación suplementaria y estabilización sobre la superficie afectada y, si técnicamente se requiere, en una superficie adicional equivalente o mayor dentro del mismo contexto ecológico, utilizando material o especies locales.	Superficie tratada, evidencia pre/post y seguimiento hasta corregir el hallazgo.
Suelo / Agua	Arrastre de sedimento, surcos/cárcavas o alteración de drenaje atribuible a una planilla restaurada.	Reconformar y estabilizar; instalar control de erosión adicional y rehabilitar cualquier superficie receptora afectada fuera de la huella.	Inspección posterior sin erosión activa atribuible al Proyecto.
Fauna	Lesión/mortalidad confirmada o afectación recurrente de refugio o microhábitat atribuible a la operación.	Detener la causa, corregir el diseño operativo y definir por el especialista ambiental una acción adicional de mejoramiento o protección de microhábitat; cuando corresponda, coordinarla con la autoridad.	Informe del evento, acción definida y evidencia de ejecución y seguimiento.

III.6 Planos de localización del área en la que se pretende realizar el Proyecto

Los planos de localización del Proyecto se presentan integrados como parte de este documento, así como en formato digital (**Anexo 3 Cartografía temática**).

Adicionalmente, a continuación, se presenta información referente a la ubicación del Proyecto con respecto a áreas naturales y zonificación de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

III.6.1 Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Dichas ANP están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la ley.

El estado de Durango cuenta con seis ANP, tres de carácter federal y tres estatales. Las actividades del Proyecto no interfieren ni se localizan en alguna superficie delimitada para las ANP mencionadas. La ANP federal más cercana es Cerro Mohinora, que se encuentra a 98 km al oeste, mientras que la ANP municipal más cercana es Surutato, a 160 km en la misma dirección (Figuras 28 y 29).

III.6.2. Regiones terrestres prioritarias

Las regiones terrestres prioritarias (RTP), representan unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

En el estado de Durango se ubican 12 RTP, ninguna de las cuales se encuentra siquiera a 50 km del área de ejecución del Proyecto (Figura 30).

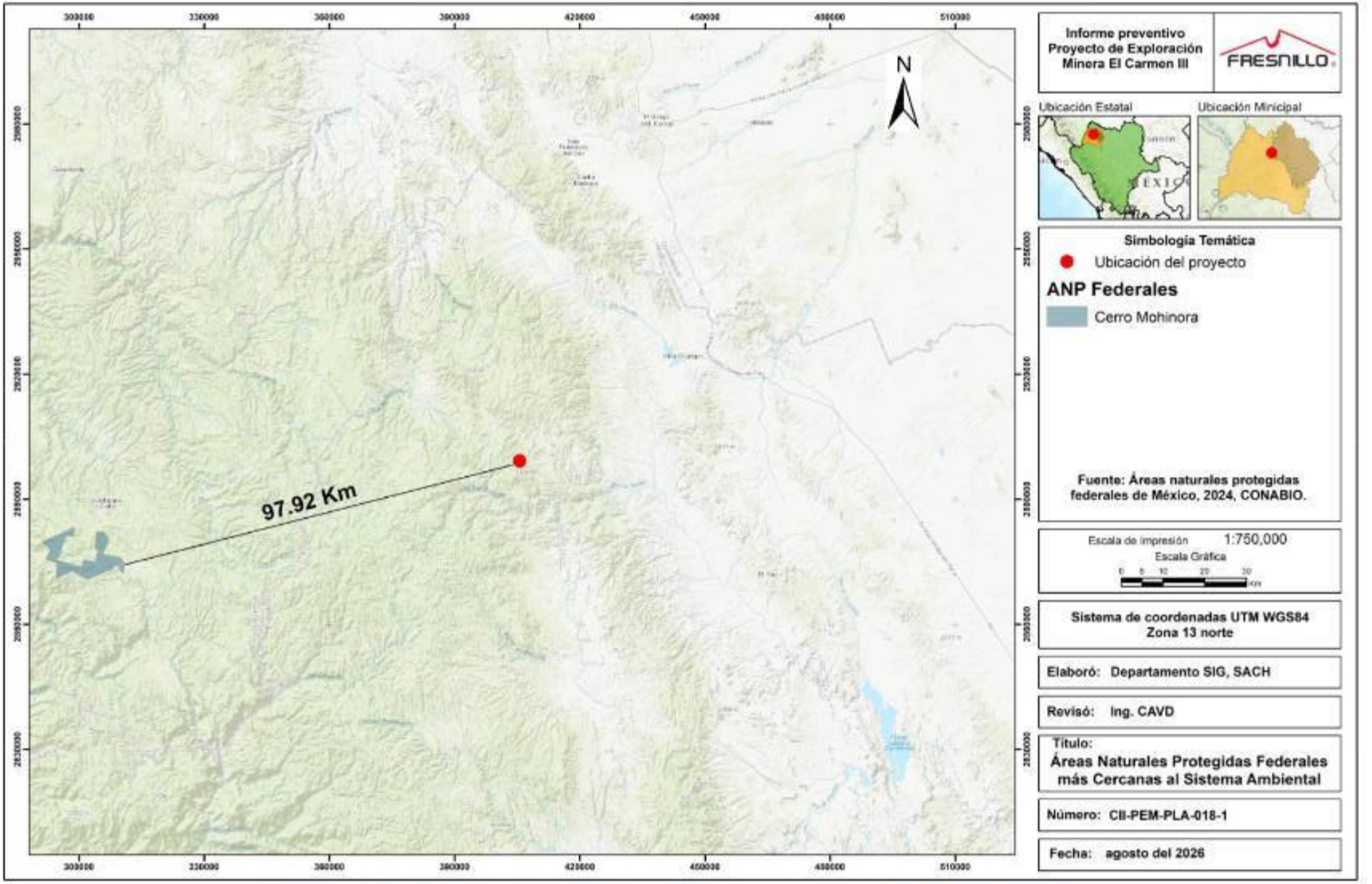


Figura 28. Localización del Proyecto respecto a la ANP federal más cercana.

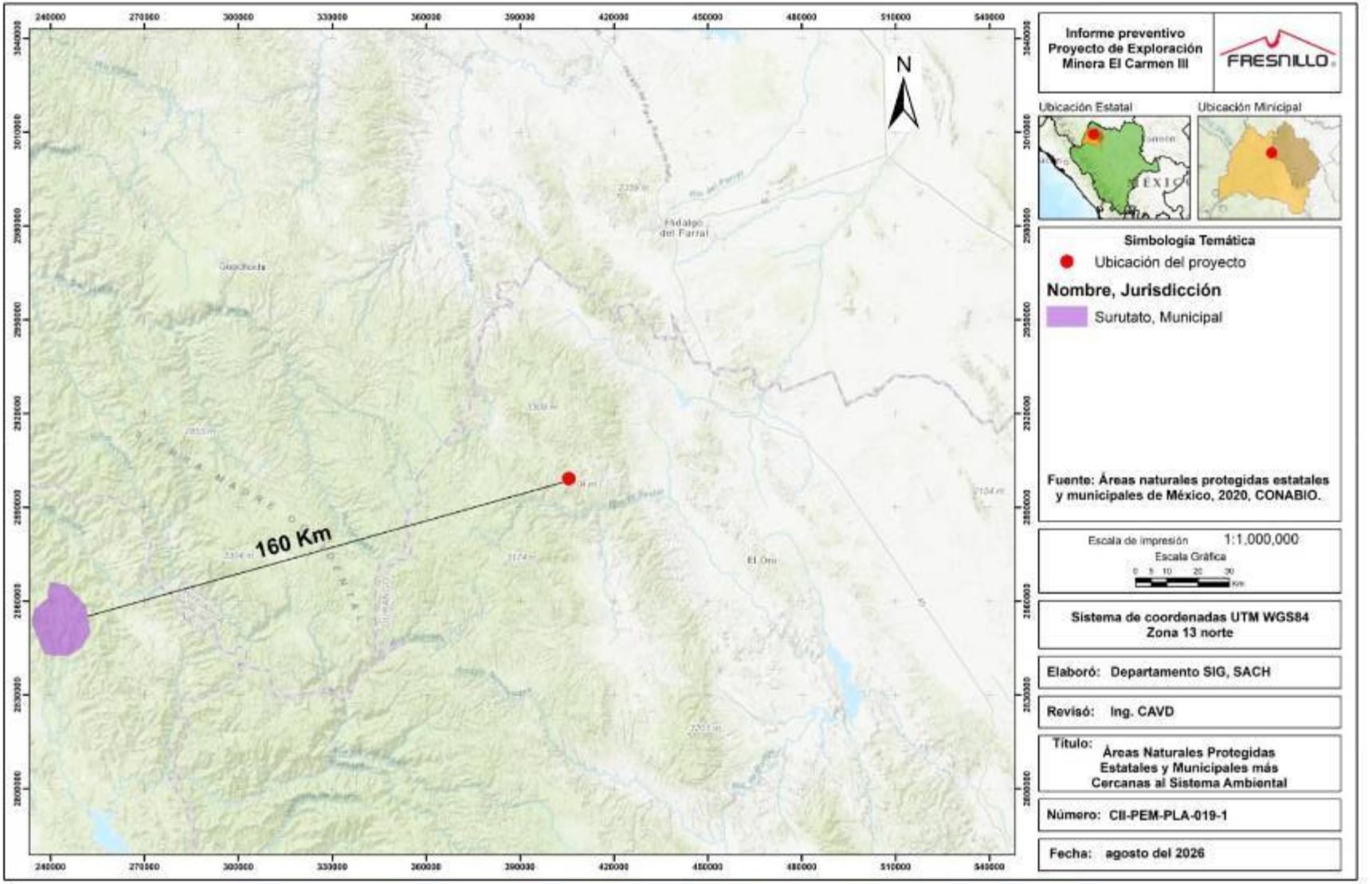


Figura 29. Localización del Proyecto respecto a la ANP de competencia municipal.

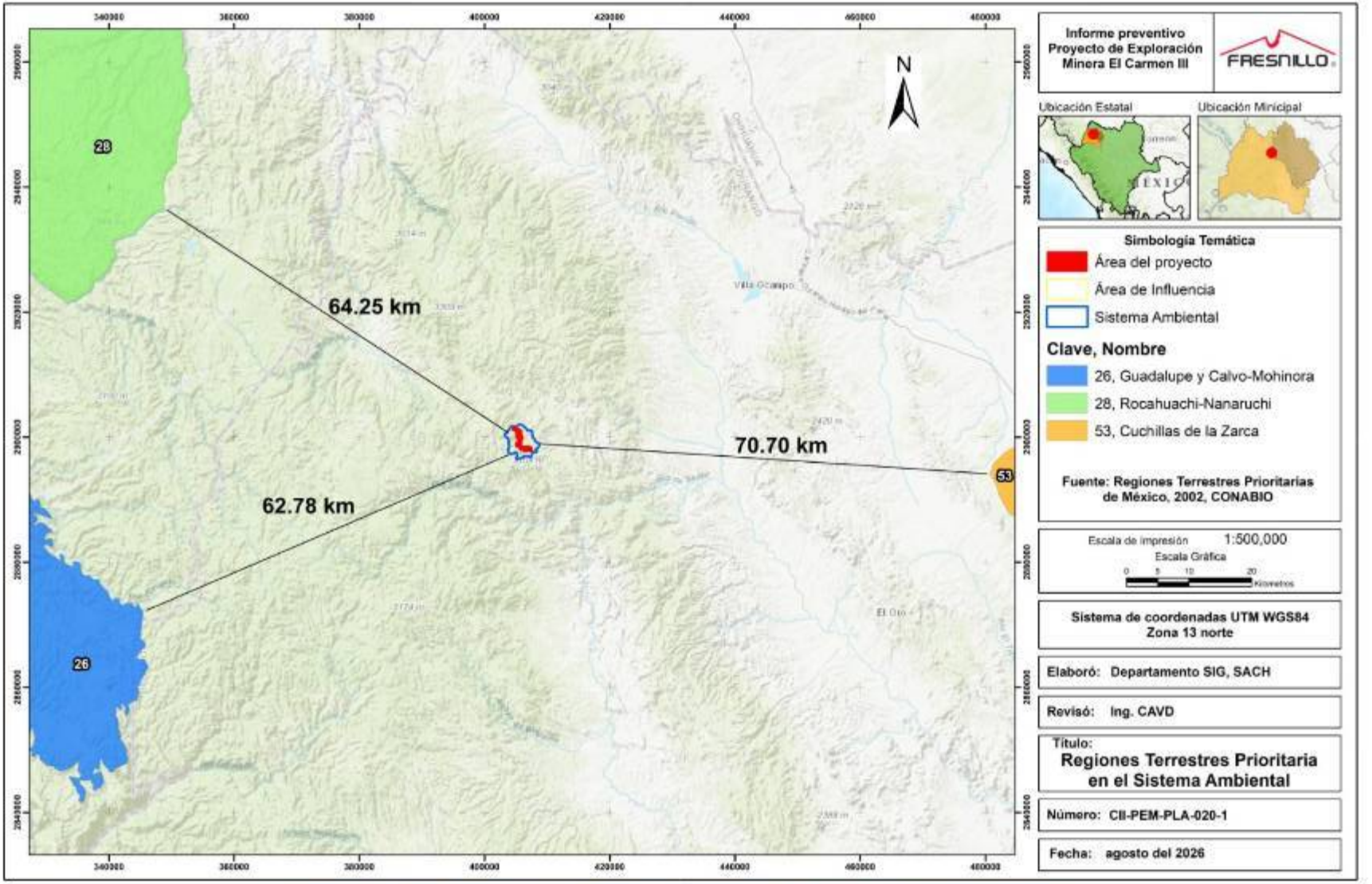


Figura 30. Localización del Proyecto respecto a las RTP de mayor cercanía.

III.6.3 Áreas de importancia para la conservación de las aves

El programa de áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) es el resultado de una iniciativa conjunta de la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX) y BirdLife International que, con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica, la CONABIO, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y con la participación de expertos, produjeron una red de áreas importantes para la conservación de las aves en México.

La conformación de estas AICA atiende a cinco categorías: (a) categoría 1, sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; (b) categoría 2, el sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido; (c) categoría 3, el sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; (d) categoría 4, sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos y (e) categoría 5, sitios importantes para la investigación ornitológica.

De las 243 AICA declaradas en México, siete se encuentran en el estado de Durango. El Proyecto no se ubica dentro de ninguna de ellas (Figura 31).

III.6.4 Regiones hidrológicas prioritarias

Las regiones hidrológicas prioritarias (RHP) permiten tener un panorama general de la situación de las principales cuencas, subcuencas y sistemas acuáticos del país, consideran patrones sociales, económicos y de biodiversidad, con el fin de tener un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo en investigación, conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (Arriaga *et al.*, 2008).

En México se tienen identificadas 110 RHP. El Proyecto se encuentra sobre la RHP 40 Río Nazas (Figura 32).

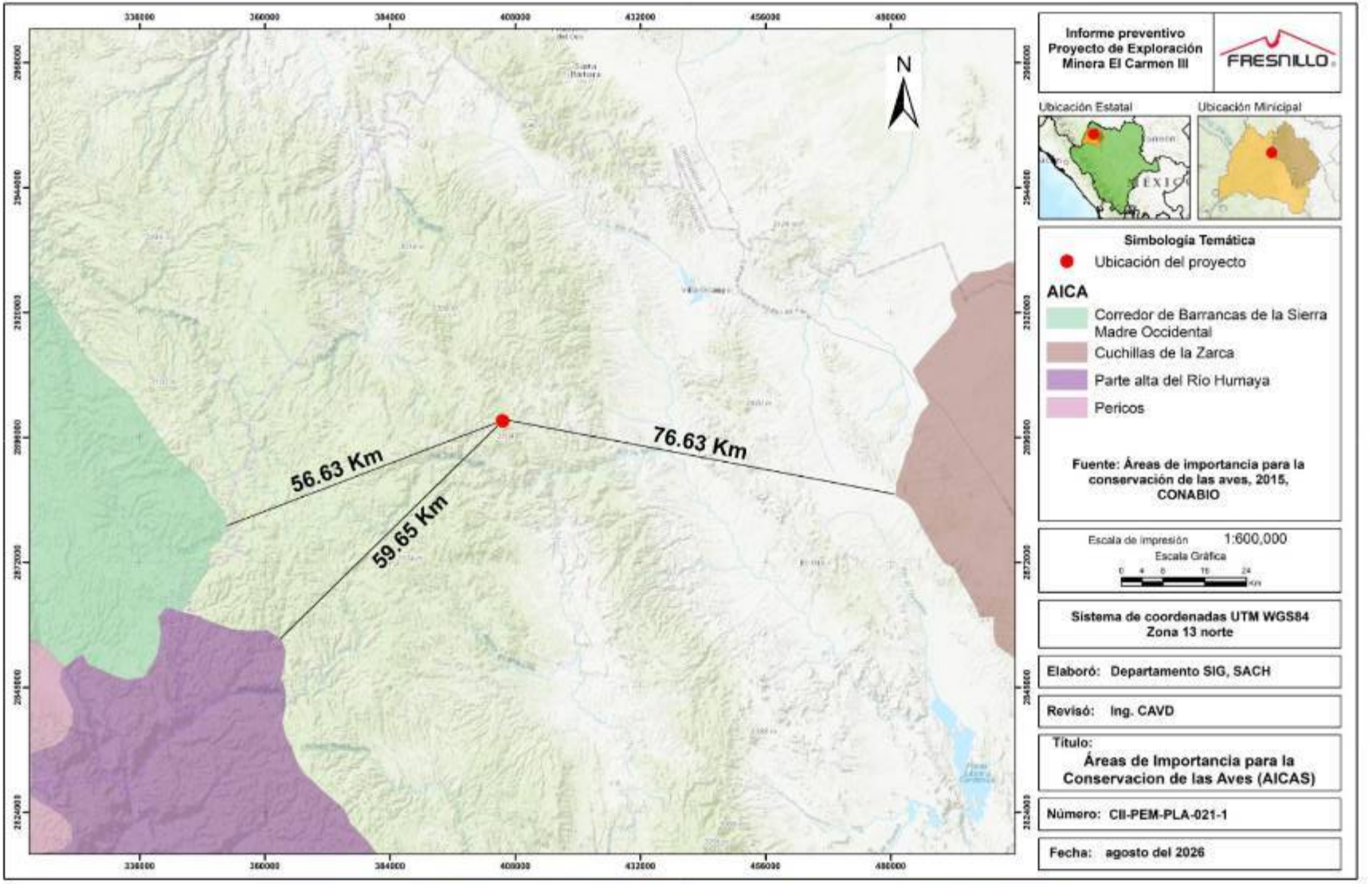


Figura 31. Localización del Proyecto respecto a las AICA de mayor cercanía.

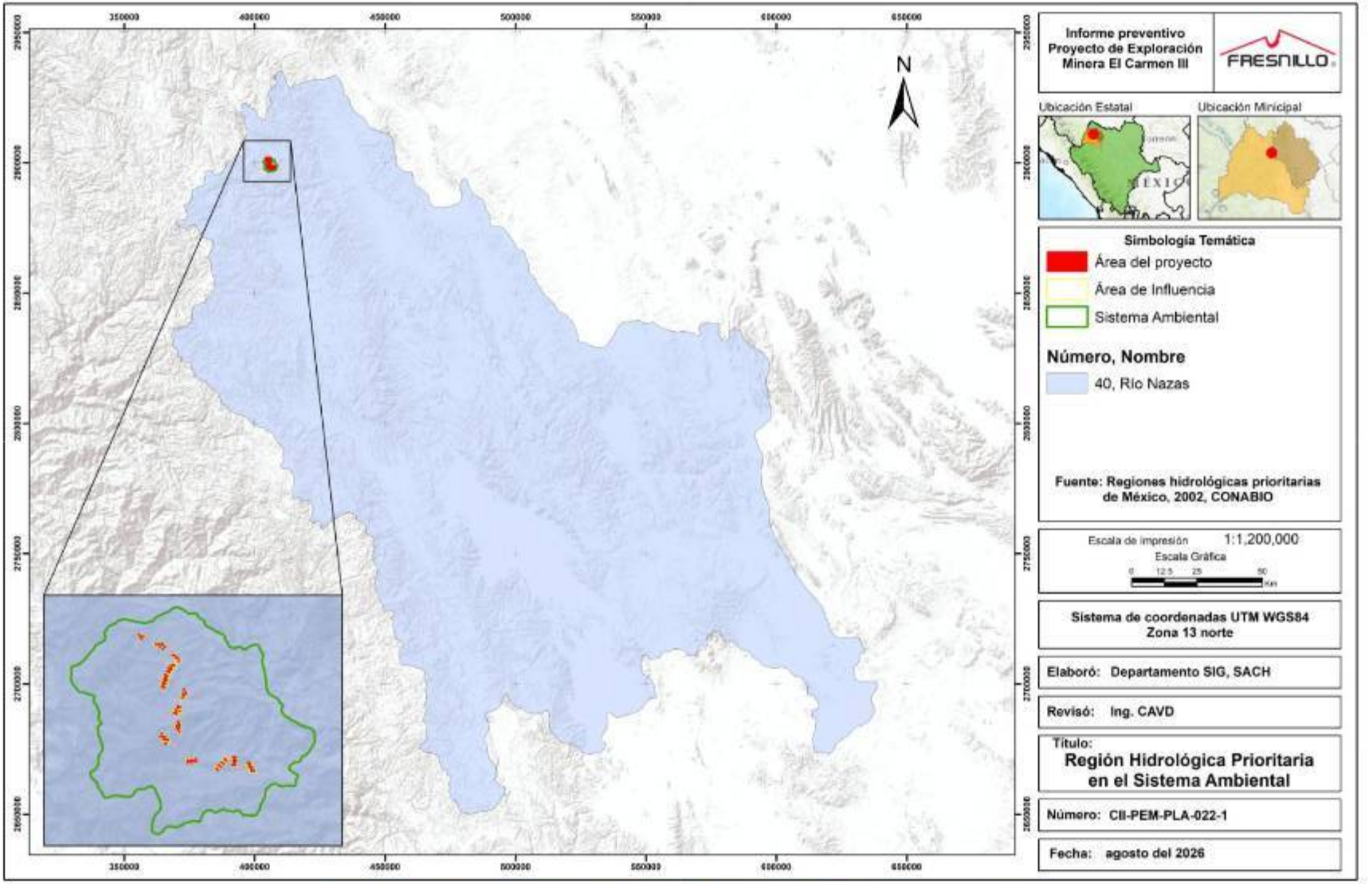


Figura 32. Localización del Proyecto respecto a la RHP 40 Río Nazas.

III.6.5 Sitios Ramsar

La **Convención sobre los humedales** (también llamada Convención de Ramsar) ha adoptado el Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

México se adhirió a este convenio en 1986, contando en la actualidad con 142 sitios Ramsar en una superficie de 8,657,057 ha, que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

Aunque el estado de Durango cuenta principalmente con dos sitios Ramsar, el Parque Estatal Cañón de Fernández y la Laguna de Santiaguillo, el de mayor cercanía al SA definido para el Proyecto se encuentra en el estado de Chihuahua. Se trata de la laguna La Juanota, a cerca de 57 km al noroeste del sitio de estudio (Figura 33).

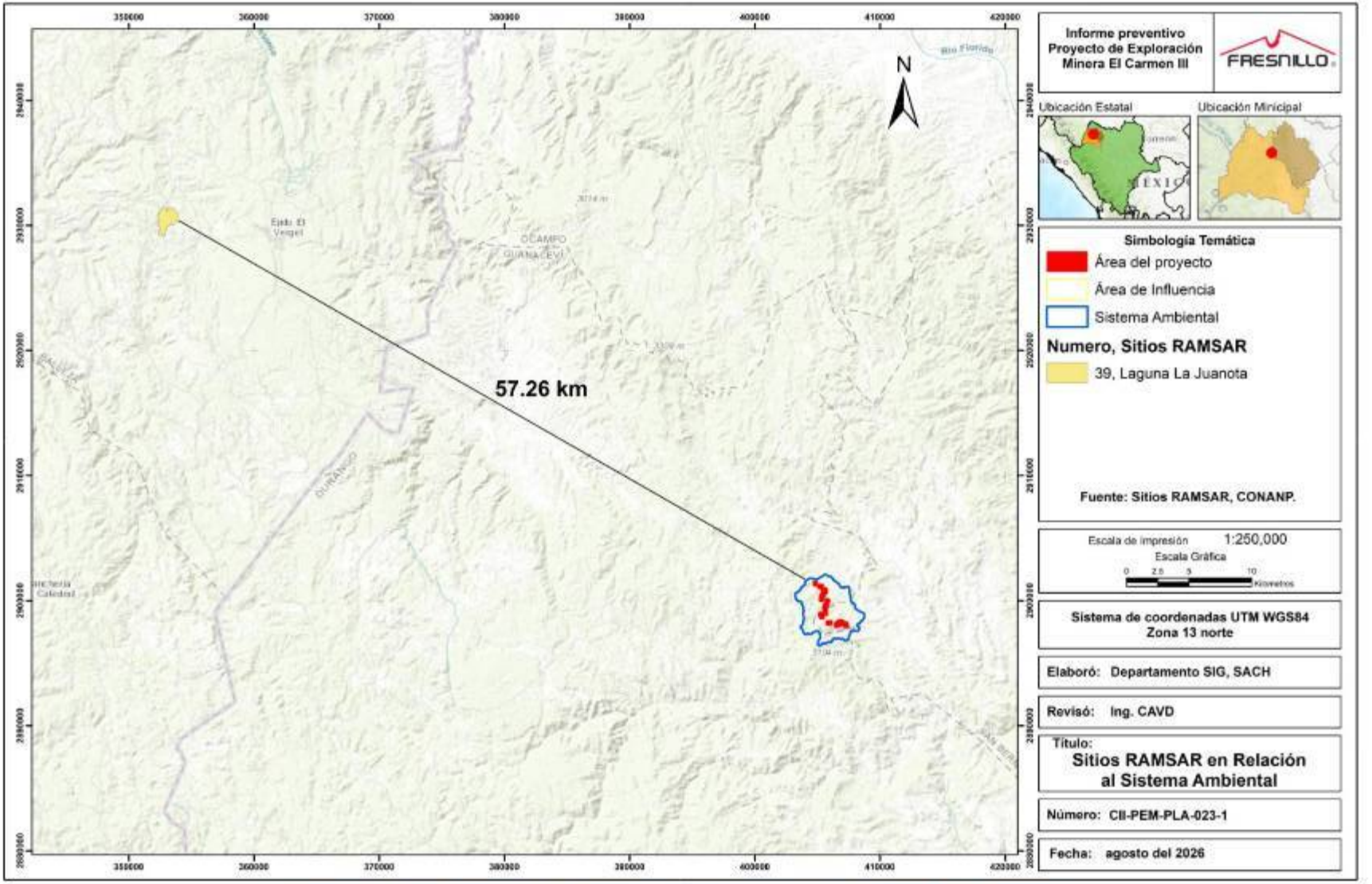


Figura 33. Localización del Proyecto respecto al sitio Ramsar más cercano.

III.6.6 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio

En la estrategia nacional de desarrollo 1995-2000, se incorporó al Ordenamiento Ecológico General del Territorio como eje central de las políticas de conservación y uso del territorio nacional, y no fue hasta el 07 de septiembre de 2012 que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso óptimo del suelo y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional.

El POEGT incluye la regionalización del territorio nacional, donde se señalan las áreas de atención prioritaria con sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas, así como las áreas de aptitud sectorial.

En este sentido, el objeto del POEGT indica que este deberá dar cumplimiento a la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

La base para dicha regionalización ecológica comprende unidades territoriales, las cuales se integran a partir de los siguientes medios biofísicos: clima, relieve, vegetación y suelo.

La interacción de estos medios determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Bajo este principio se obtuvo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB).

La UAB es una región ecológica o unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes (misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental).

De acuerdo con la zonificación del POEGT, el área del Proyecto se ubica en la **UAB 91 Meseta Chihuahuense Sur** (Figura 34).

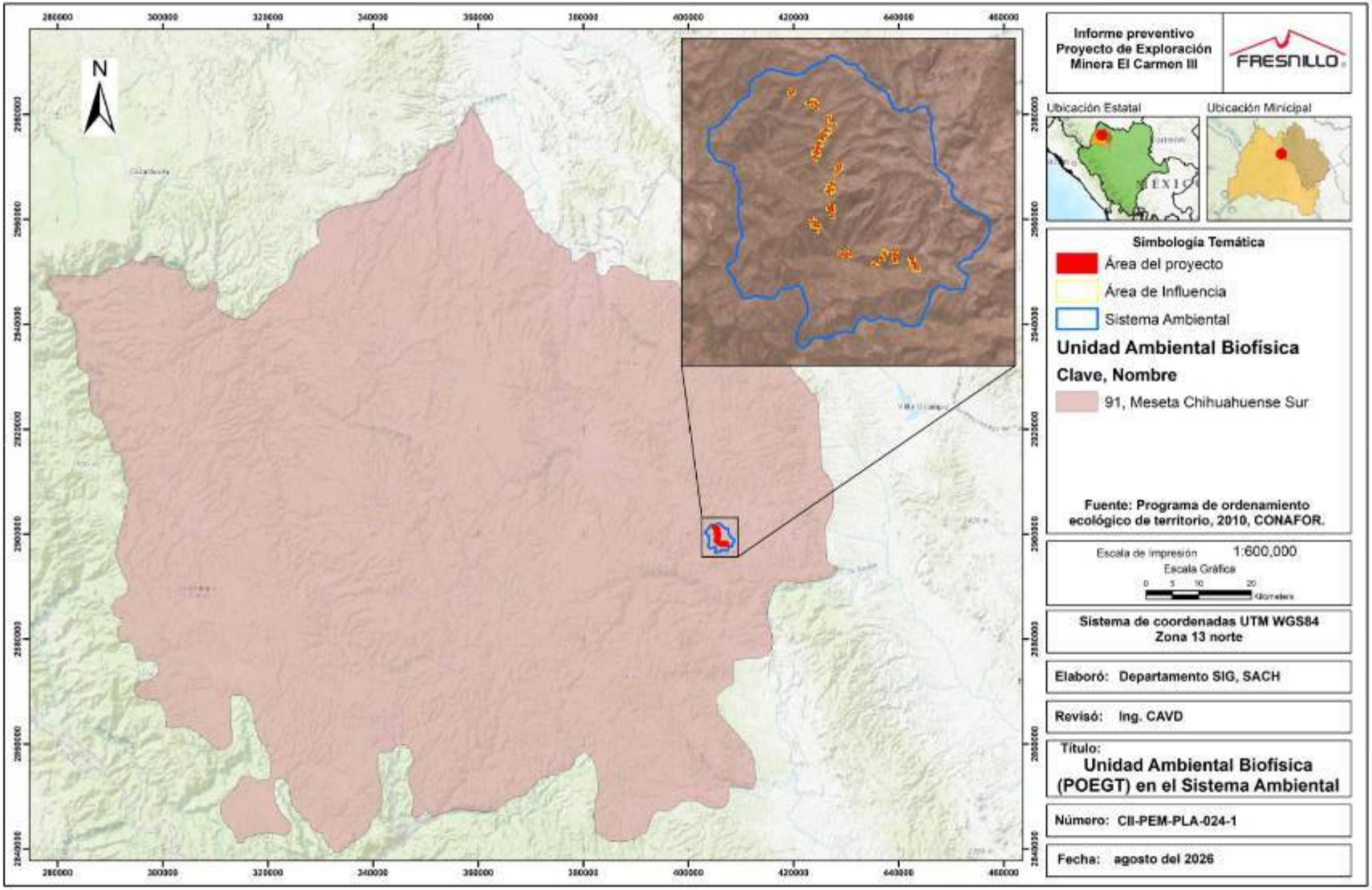


Figura 34. Ubicación del Proyecto respecto a la UAB 91.

La política ambiental de la UAB 91 es de aprovechamiento sustentable con prioridad de atención baja, su rector de desarrollo es forestal y el coadyuvante de desarrollo es la minería con preservación de vegetación y fauna, los asociados del desarrollo son la agricultura, la ganadería y el desarrollo poblacional, mientras que otros intereses son los pueblos indígenas.

Para atender cada una de las vertientes, en la Tabla 35 se muestran las estrategias que se plantean en la UAB 91, así como su respectiva vinculación con el Proyecto.

Tabla 35. Vinculación de estrategias de la UAB 91 con el Proyecto.

Estrategias UAB		Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se llevarán a cabo las medidas ambientales durante las etapas del Proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	No se vincula con el Proyecto.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Se realizará la protección del ecosistema, ubicando los puntos de barrenación en áreas con nula cobertura vegetal.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se vincula con el Proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En la etapa de abandono se realizarán actividades de restauración sobre el área afectada por las actividades de exploración.
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.	Con relación a los puntos 15 y 15 bis, la empresa Promovente mantiene una política de sustentabilidad ambiental en el desarrollo de cada uno de sus proyectos, apegándose siempre a la normatividad vigente y aplicable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No se presenta una vinculación con el Proyecto.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llévar a cabo una política alimentaria integral que permita	La vinculación que se da con el Proyecto proviene del desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas, ya que se generarán empleos directos e indirectos en la zona, así como una derrama económica, debido a la adquisición de víveres y servicios, lo que incrementará las oportunidades de acceso a servicios.

Estrategias UAB		Vinculación con el Proyecto
	mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No se presenta una vinculación con el Proyecto.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No se presenta una vinculación con el Proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No se presenta una vinculación con el Proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Se entiende que el Proyecto no va en contra de las estrategias de conservación de la UAB 91 Meseta Chihuahuense Sur, por lo que se considera que su desarrollo es viable.