

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

En el presente Capítulo se identifica el proyecto y sus características, se incluye la identificación legal de la empresa Minera Fresnillo S.A. de C.V., así como los datos generales tanto del promovente como de los responsables de realizar la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El área del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se encuentra en el municipio de Fresnillo, cuya Cabecera Municipal, denominada "Fresnillo de González Echeverría", está ubicada a 63 km al Noroeste de la Ciudad de Zacatecas, por la Carretera Federal No.45 y se encuentra a 2249 m.s.n.m. La distribución de los barrenos, especificada a detalle más adelante, va desde la Sierra de Fresnillo, al Suroeste de la Cabecera Municipal, donde los barrenos más alejados están aproximadamente a 9 km de distancia; hasta la Carretera Federal No. 45 en el tramo Fresnillo-Enrique Estrada al norte de la localidad La Providencia, y al Sur-Este de la ciudad de Fresnillo. En la Figura I.1 se muestra la ubicación regional del proyecto.



Figura I.1. Ubicación regional del proyecto



Para llegar al área del proyecto partiendo desde la Cabecera Municipal, se pueden tomar varias rutas. Por la carretera a Valparaíso, a 6 km de Fresnillo se encuentra un camino de terracería hacia el sur, a través del cual se puede llegar a la zona forestal en las faldas de la Sierra de Fresnillo. Otro acceso es tomando la carretera pavimentada que lleva a la localidad de Valdecañas, a lo largo de la cual se entroncan diversos caminos de terracería que llevan a las parcelas al Suroeste de Fresnillo. De igual manera se puede tomar la carretera estatal libre No. 23 Fresnillo – Guadalajara rumbo al sur, o la carretera a Zacatecas que entronca a la carretera federal No. 45, por las cuales se puede acceder a una red de caminos existentes de terracería que conectan las parcelas sobre las que se acondicionarán las planillas de barrenación. En el Anexo I.1 se pueden consultar con mayor detalle las vías de comunicación al proyecto.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo que se planea llevar la ejecución del proyecto es de 3 años, a partir de que se emitan las autorizaciones correspondientes para la ejecución del proyecto.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La perforación de los barrenos que conforman el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se pretende llevar a cabo sobre varias parcelas agrícolas y terrenos forestales. La propiedad legal de esos terrenos corresponde a tres empresas: la promotora (Minera Fresnillo S.A. de C.V.), Minera Saucito S.A. de C.V. y Minera Juanicipio S.A. de C.V.

Las tres empresas mencionadas son subsidiarias de Fresnillo PLC. Minera Saucito S.A. de C.V. y Minera Juanicipio S.A. de C.V., firmaron un convenio de ocupación temporal en el que autorizan a Minera Fresnillo S.A. de C.V. para realizar exploraciones sobre los terrenos de su propiedad. Se adjunta copia de estos convenios en el Anexo I.2.

La documentación legal de la tenencia de la tierra se adjunta en el Anexo I.3; así mismo, en el Anexo II.I se muestran sobre un plano las propiedades que le corresponden a cada empresa.



I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Minera Fresnillo S.A. de C.V.

En el Anexo I.4 se presenta el Acta por la que se constituye “Minera Fresnillo” como Sociedad Anónima de Capital Variable.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente



En el Anexo I.5 se presenta una copia de la inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes, con fecha de impresión el día 13 de octubre de 2005.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal es Aurelio Devora López, cuya personalidad se acredita mediante una escritura pública (Anexo I.6 Poder del Representante Legal y Copia de Identificación Oficial).

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Tabla I.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

Nombre	Aurelio Devora López
Cargo	Líder Funcional de Relaciones
Empresa	Minera Fresnillo S.A. de C.V.
Calle	Av. Hidalgo 451
Colonia	Centro
C. P.	99000
Municipio	Fresnillo
Entidad Federativa	Zacatecas
Teléfono	01 (493) 983 9000 ext. 9070

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

I.3.1 Nombre o razón social

Clifton Associates Ltd MR Natural Environment S. C.



La presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., fue elaborado por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en: 1) la información disponible durante la elaboración del estudio 2) los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a Minera Fresnillo S.A. de C.V., tanto de localización de los barrenos como de documentación legal necesaria (Convenios, Escrituras, etc.) y 3) El presente reporte fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con Minera Fresnillo S.A. de C.V. Cualquier otro uso de este reporte por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes



I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Tabla I.2. Datos del responsable técnico del estudio

Nombre	[Redacted]
RFC.	[Redacted]
CURP	[Redacted]
Cédula profesional	[Redacted]
Puesto	[Redacted]
Correo electrónico	[Redacted]

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la Tabla I.3 (Participantes en la elaboración del estudio).

Tabla I.3. Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma
[Redacted content]			



I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Tabla I.4. Datos de la empresa responsable del estudio

Nombre	
Calle	
Colonia	
C.P.	
Municipio	
Entidad Federativa	
Teléfono	
Portal web	



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se deriva del interés de la empresa promotora por continuar con las actividades de exploración geológica-minera, que den una mayor definición a las vetas de mineral dentro de sus concesiones mineras, mediante un nuevo programa de barrenación con el que se podrá obtener información requerida para la planeación de operaciones y procesos involucrados en la producción y desarrollo de la mina.

El programa de barrenación que se pretende llevar a cabo, consiste en la perforación de 112 barrenos, para lo cual se requiere el acondicionamiento de igual número de planillas, de los cuales 41 barrenos se localizarán sobre terrenos previamente modificados donde actualmente se desarrollan actividades agrícolas; mientras que 71 barrenos caerán sobre terrenos forestales, que si bien también se encuentran con diferentes niveles de degradación por las diversas actividades que se practican en el entorno socioeconómico de la zona, aun albergan vegetación propia de la región.

Aunque se utilizará la red de caminos parcelarios y otros caminos existentes, será necesaria la apertura de nuevos caminos para llegar a los sitios seleccionados para la perforación de los barrenos, diseñados en base a la topografía y características del terreno, procurando que su impacto ambiental sea el menor posible. En total se construirán 49 caminos, sus características se presentan en la Tabla II.2 en la Sección II.1.5 (Dimensiones del proyecto).

La secuencia de trabajo general consiste en dos etapas consecutivas para cada barreno: preparación del sitio y operación temporal. Para la mayoría de los barrenos, primero se realizará la preparación del camino y de la planilla requerida por barreno, justo antes de perforarlo, y se cambiará al siguiente camino/planilla/barreno una vez concluida la perforación y extracción de núcleos. Para los barrenos que no requieren caminos o acondicionamiento de nuevas planillas, solamente se limpiará el sitio de la planilla previo a la instalación de la perforadora para su operación temporal.

Los barrenos serán perforados mediante el método de barrenación a diamante con recuperación de núcleos íntegros de muestras a cada 5 pies (1.50 m). En promedio tendrán una profundidad de 1100 m, variando entre el rango de los 900 y 1400 m. El diámetro de los barrenos será de 2 pulgadas.

La perforación de los barrenos y la apertura de los caminos serán llevadas a cabo por empresas contratistas que tienen la experiencia suficiente y los recursos necesarios para ejecutar los trabajos, bajo contrato firmado con Minera Fresnillo S.A. de C.V., procurando permanentemente generar el menor impacto ambiental posible.



II.1.2 Selección del sitio

La decisión de Minera Fresnillo S.A. de C.V. para seleccionar el sitio del Proyecto de Exploración, se fundamentó en los siguientes criterios:

- El sitio se localiza en una zona geológica que presenta yacimientos atractivos para la inversión en explotación de minerales
- En el sitio anteriormente se ha llevado a cabo exploración minera
- El sitio cuenta con el potencial para el establecimiento y desarrollo de infraestructura y servicios de apoyo de exploración
- El sitio se encuentra ubicado cerca de vías de comunicación y centros de población que cuentan con la mano de obra que se requiere
- La zona cuenta con los servicios públicos suficientes para atender las necesidades básicas del personal que laborará en el proyecto

Las condiciones de la zona antes de la ejecución del proyecto se observan en el Anexo II.6, Reporte fotográfico general.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

En la Sección I.1.2 del presente documento se detalla la ubicación del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., y las vías de acceso desde una perspectiva regional. A continuación, una descripción de la ubicación del proyecto a una escala más detallada.

El programa de barrenación consiste en 112 barrenos, de los cuales 27 se localizan dentro de terrenos de propiedad de Minera Fresnillo S.A. de C.V. El resto de los barrenos se localizan en terrenos sobre los cuales la promovente puede realizar actividades de exploración, con autorización expresa mediante convenio firmado por las propietarias legales de dichos terrenos, que son empresas subsidiarias de Fresnillo PLC, de la misma forma que lo es Minera Fresnillo S.A. de C.V. En el Anexo II.1 se muestra el plano con los terrenos donde se pretenden realizar las obras del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

La Tabla II.1 presenta las coordenadas de localización específica de los 112 barrenos que se pretenden desarrollar en el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., y se hace una distinción de aquellos que están sobre terrenos con vegetación forestal, o sobre parcelas agrícolas.

Todas las coordenadas presentadas para este estudio, así como el Sistema de Información Geográfica creado para el proyecto, utilizan el Sistema UTM Datum WGS84.

Tabla II.1. Coordenadas de los barrenos del proyecto

ID	X	Y	Vegetación	ID	X	Y	Vegetación	ID	X	Y	Vegetación
1	712019	2559819	Forestal	39	713080	2557936	Agrícola	77	713733	2562409	Agrícola
2	712098	2559752	Forestal	40	713094	2557944	Agrícola	78	713644	2562000	Agrícola
3	712187	2559822	Forestal	41	712965	2556879	Forestal	79	710989	2561208	Forestal
4	712276	2559777	Forestal	42	713058	2556853	Forestal	80	711139	2561068	Forestal
5	712187	2559707	Forestal	43	713155	2556818	Forestal	81	711149	2560836	Forestal
6	712276	2559662	Forestal	44	713251	2556788	Forestal	82	711397	2561836	Forestal
7	712364	2559727	Forestal	45	713134	2557097	Forestal	83	711375	2561682	Forestal
8	712454	2559682	Forestal	46	712991	2556115	Forestal	84	711546	2561760	Forestal
9	712365	2559614	Forestal	47	713091	2556215	Forestal	85	711847	2561856	Agrícola
10	712455	2559570	Forestal	48	713191	2556115	Forestal	86	712169	2561218	Agrícola
11	712544	2559637	Forestal	49	713291	2556215	Forestal	87	712785	2561011	Agrícola
12	712544	2559522	Forestal	50	713391	2556115	Forestal	88	711393	2560622	Forestal
13	711520	2558889	Forestal	51	713491	2556215	Forestal	89	713574	2561122	Agrícola
14	711705	2558587	Forestal	52	713591	2556115	Forestal	90	713908	2561040	Agrícola
15	711705	2558512	Forestal	53	713785	2556345	Forestal	91	714817	2560825	Agrícola
16	711751	2558569	Forestal	54	714000	2556267	Forestal	92	714751	2560659	Agrícola
17	711751	2558494	Forestal	55	714091	2556270	Forestal	93	714717	2560027	Agrícola
18	711798	2558552	Forestal	56	714191	2556263	Forestal	94	714860	2559982	Agrícola
19	711798	2558477	Forestal	57	714290	2556253	Forestal	95	714635	2559069	Agrícola
20	711845	2558534	Forestal	58	714431	2555960	Forestal	96	715234	2558755	Agrícola
21	711845	2558459	Forestal	59	714631	2555956	Agrícola	97	716278	2559171	Agrícola
22	711892	2558517	Forestal	60	714809	2555915	Agrícola	98	716344	2558801	Agrícola
23	711890	2558437	Forestal	61	714931	2555876	Agrícola	99	717145	2556751	Agrícola
24	712116	2558336	Forestal	62	712687	2558658	Agrícola	100	720153	2560915	Agrícola
25	712249	2558301	Forestal	63	709997	2561266	Forestal	101	715808	2560243	Agrícola
26	712419	2558392	Forestal	64	709731	2561220	Forestal	102	715917	2560254	Agrícola
27	712033	2557966	Forestal	65	709571	2561367	Forestal	103	716113	2560403	Agrícola
28	712132	2557932	Forestal	66	708558	2560807	Forestal	104	715939	2559837	Agrícola
29	712390	2557847	Forestal	67	708591	2560807	Forestal	105	716218	2560094	Agrícola
30	712259	2557894	Forestal	68	708845	2560790	Forestal	106	716574	2560040	Agrícola
31	712300	2558132	Forestal	69	708728	2560497	Forestal	107	716345	2559481	Agrícola
32	712294	2558429	Forestal	70	708812	2560540	Forestal	108	717151	2561402	Agrícola
33	712494	2558429	Agrícola	71	708822	2560473	Forestal	109	717280	2561066	Agrícola
34	712782	2558109	Agrícola	72	708756	2560368	Forestal	110	716876	2560990	Agrícola
35	712880	2558057	Agrícola	73	708848	2560374	Forestal	111	716574	2560923	Agrícola
36	712944	2558186	Agrícola	74	709129	2560226	Forestal	112	716268	2560924	Agrícola
37	712977	2558026	Agrícola	75	709352	2560534	Forestal				
38	712659	2558489	Agrícola	76	708946	2560362	Forestal				

Las siguientes figuras presentan la distribución de los barrenos y los caminos de exploración que integran el proyecto. La Figura II.1 muestra el plan de barrenación dentro del área de estudio, cuyos criterios de delimitación y descripción se presentan en el Capítulo IV; la Figura II.2 hace un acercamiento a los barrenos, mostrando su número de identificación; la Figura II.3 muestra solo los caminos de exploración. Estas figuras son solo ilustrativas, dado que las escalas no permiten corroborar las coordenadas. El plano geo-referenciado que muestra la localización detallada de los barrenos y los caminos que se pretenden abrir para el proyecto, se adjunta en el Anexo II.2.

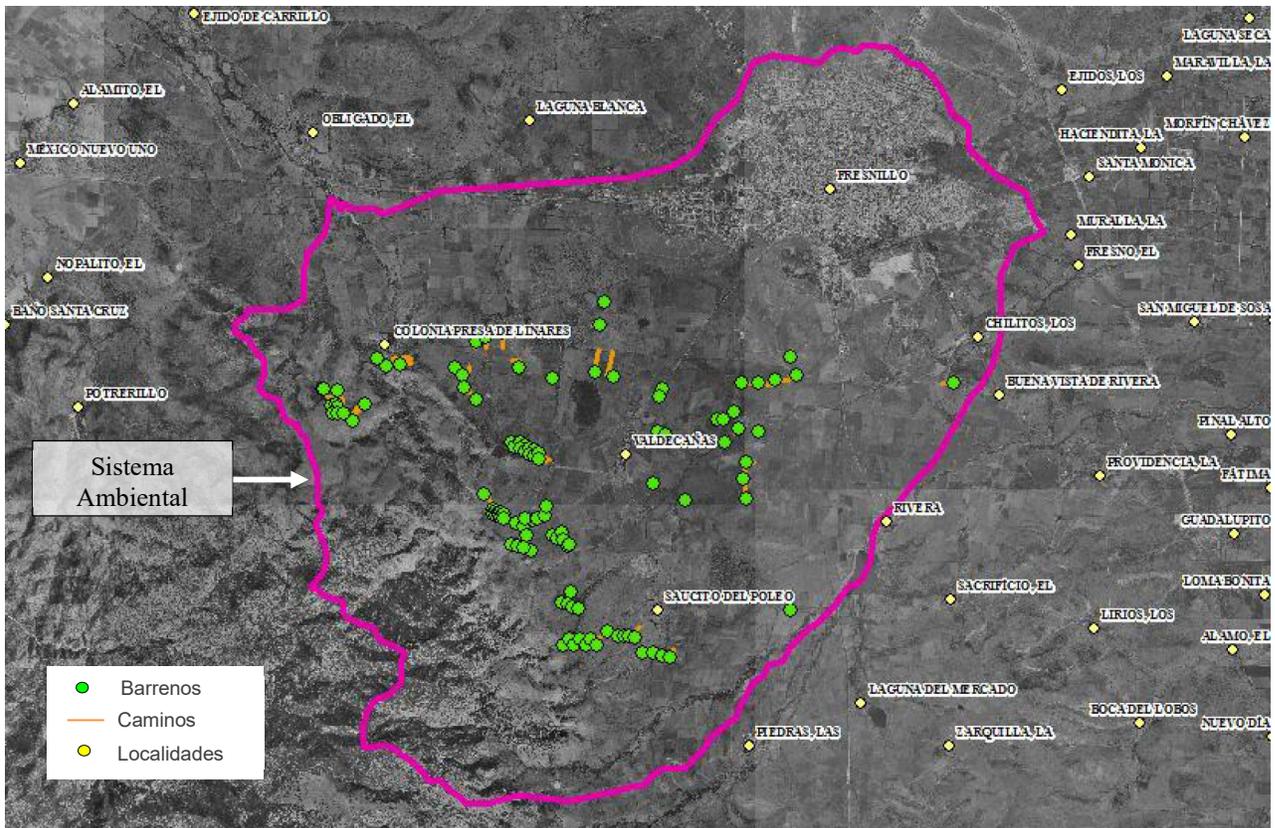


Figura II.1. Barrenos y caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

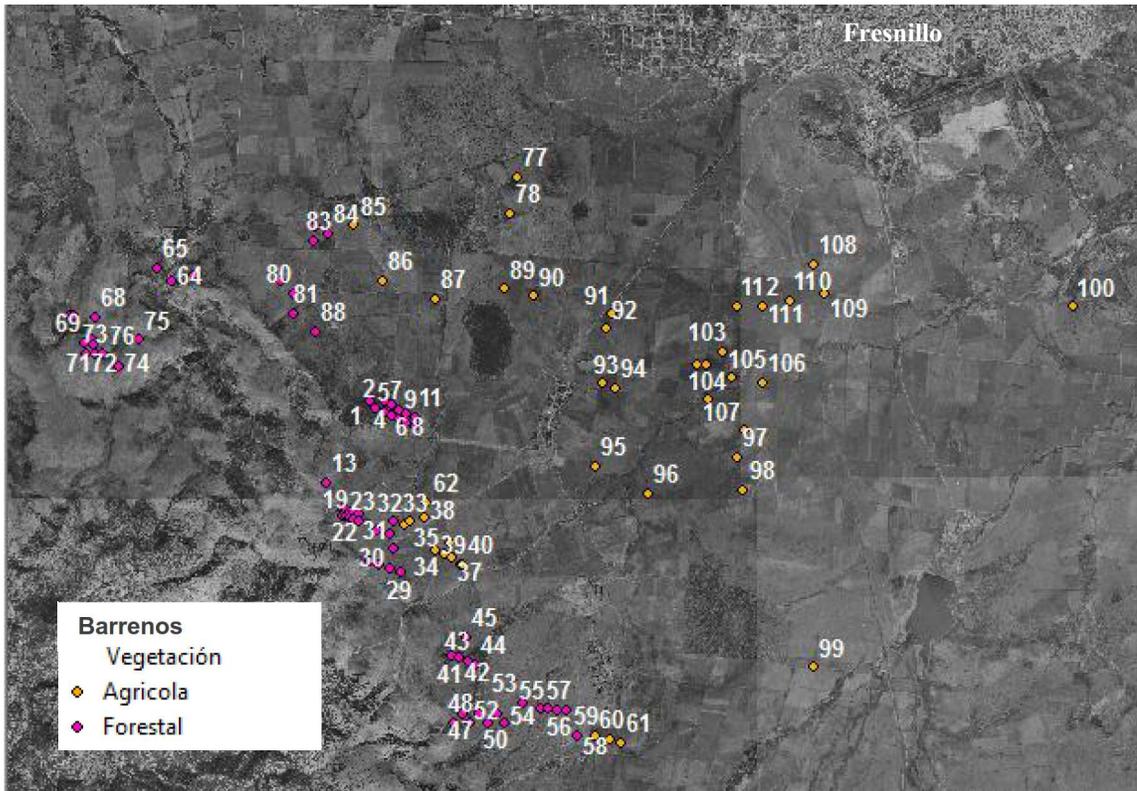


Figura II.2. Distribución de los barrenos

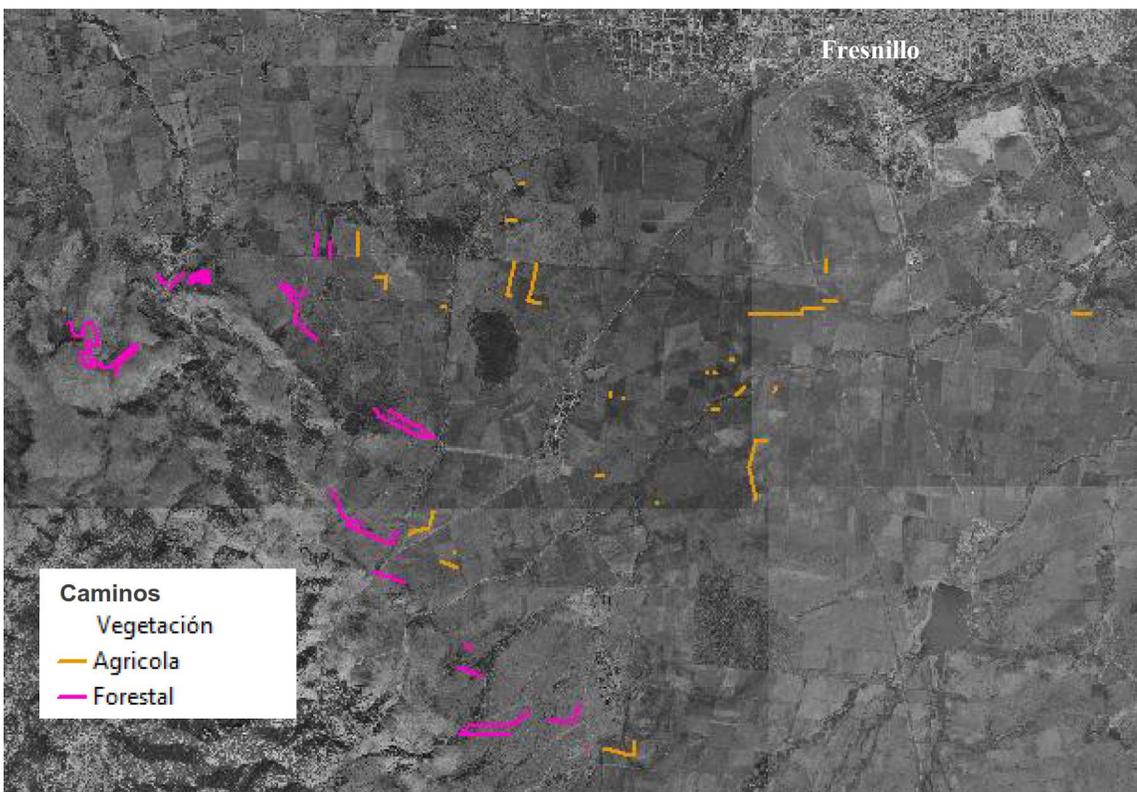


Figura II.3. Caminos de exploración

Las coordenadas de cada uno de los 49 caminos se encuentran Anexo II.3. Éstas coordenadas indican los vértices de la línea central de cada uno de los caminos. El polígono de afectación de cada camino se ha calculado para los fines del trámite de cambio de uso de suelo, con un buffer de 2.5 m a cada lado del eje, con lo que los caminos tendrán 5 m de ancho, independientemente de su ubicación o longitud.

II.1.4 Inversión requerida

De la inversión estimada para el desarrollo y ejecución del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., la empresa promovente invertirá 2% para gastos relacionados con la protección y conservación del medio ambiente, resultados de aplicar las medidas de prevención y mitigación, incluyendo los pagos por compensación ambiental correspondientes al cambio de uso de suelo.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El programa de barrenación del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. considera una planilla para cada barreno. Cada planilla deberá ajustarse a un área de afectación máxima de 90 m², teniendo flexibilidad para cambiar su forma por cuestiones técnicas, prácticas o previendo un menor impacto al medio ambiente, respetando en todo momento el área propuesta. Así, las coordenadas de los barrenos presentadas en la Tabla II.1 caerán dentro del área solicitada para cambio de uso de suelo de su respectiva planilla. Las 112 planillas que serán acondicionadas para el proyecto ocuparán una superficie total de 10,080 m² (1.008 ha).

Para los 49 caminos de exploración proyectados (23 en terrenos forestales y 26 en parcelas agrícolas), se requerirá un área total de 81,961.05 m² (8.196 ha). Todos los caminos miden 5 metros de ancho, y en conjunto suman 17.171 km de longitud. La longitud de cada uno se presenta en la Tabla II.2.

Tabla II.2. Caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

ID	Longitud (m)	Vegetación	ID	Longitud (m)	Vegetación	ID	Longitud (m)	Vegetación
1	65.432	Agrícola	18	780.975	Forestal	34	97.036	Forestal
2	223.568	Agrícola	19	444.062	Forestal	35	100.285	Agrícola
3	162.893	Agrícola	20	257.617	Agrícola	36	14.643	Agrícola
4	142.204	Agrícola	21	532.702	Agrícola	37	824.356	Agrícola
5	949.732	Agrícola	22	1475.090	Forestal	38	91.320	Agrícola
6	448.863	Agrícola	23	293.124	Forestal	39	59.939	Agrícola
7	583.145	Agrícola	24	228.581	Forestal	40	26.230	Agrícola
8	117.706	Agrícola	25	215.562	Agrícola	41	35.668	Agrícola
9	61.840	Agrícola	26	12.578	Agrícola	42	54.327	Agrícola
10	273.978	Agrícola	27	463.666	Agrícola	43	125.161	Agrícola
11	181.940	Forestal	28	198.963	Forestal	44	43.193	Agrícola
12	261.195	Forestal	29	584.761	Forestal	45	26.781	Agrícola
13	982.085	Forestal	30	142.180	Forestal	46	376.657	Forestal
14	238.369	Forestal	31	380.558	Forestal	47	1688.691	Forestal
15	213.345	Forestal	32	25.598	Forestal	48	924.474	Forestal
16	619.852	Forestal	33	302.132	Forestal	49	27.894	Forestal
17	790.100	Forestal						

Algunos caminos están intersectados por planillas de barrenación, por lo que para los cálculos de áreas de desmont, no se consideraron las áreas traslapadas de planillas sobre los caminos, es decir, no se contabilizaron planillas y caminos que caen sobre la misma área a desmontar. Así, las áreas de las planillas se incluyeron en los cálculos de planillas, y al área de los caminos que las atraviesan se les restó el área de cada planilla atravesada; de esta manera se evita duplicar superficies calculadas. Es por ésta razón que la superficie de los caminos no coincide matemáticamente con la multiplicación del ancho por la longitud total.

Sin embargo, para los cálculos de la longitud de los caminos no se aplicó el mismo criterio. A la longitud de cada camino no se le ha restado las dimensiones de las planillas que atraviesa. Para ejemplificar estos criterios, se presenta la Figura II.4, donde se observan dos caminos (en color rosa) y varias planillas de barrenación (en color verde). A los caminos 16 y 17 se les midió la longitud total, sin fraccionarlos ni restarles el ancho correspondiente a cada una de las planillas presentes.

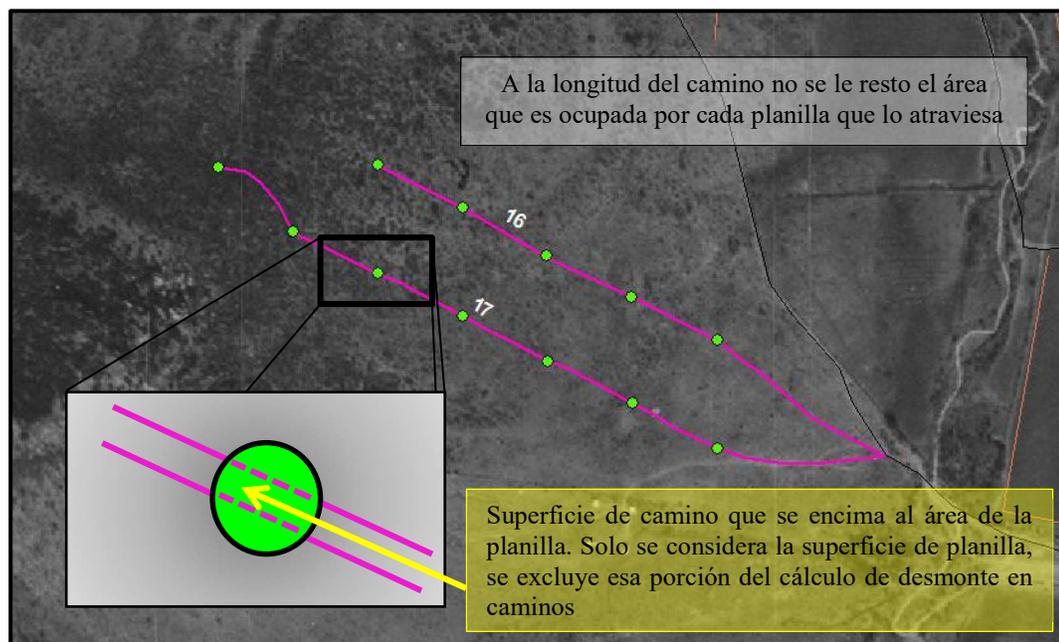


Figura II.4. Determinación de la longitud y superficie de caminos

A continuación se muestran los cálculos de las áreas que se afectarán por las dimensiones de cada obra del proyecto y por el tipo de vegetación identificada en el sitio del proyecto, misma que se describirá más adelante en el Capítulo IV.

Tabla II.3. Áreas a desmontar por tipo de vegetación

		Área a desmontar (m ²)		
		Planillas	Caminos	Proyecto
Terrenos Forestales	Bosque de Encino	172	1,381	1,553
	Matorral Crasicaule	5,174	45,728	50,902
	Suelo sin vegetación aparente	1,044	6,347	7,391
Terrenos Agrícolas		3,690	28,506	32,196
Total		10,080	81,961	92,041

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

De acuerdo a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Fresnillo (INEGI, 1991) que se adjunta en el Anexo II.4, la vocación del suelo en el área que se delimitó para el estudio del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., es agricultura de riego de cultivos anuales; pastizal con vegetación secundaria arbustiva; bosque bajo abierto; y bosque de pino asociado con vegetación secundaria arbustiva.

Información de metadatos del INEGI más actuales que la carta dura anterior, extraídos de la Carta Nacional Temática 1:250,000, indican que la mayoría de los barrenos caen sobre tres tipos de uso de suelo y vegetación: agricultura de riego, agricultura de temporal, y pastizal natural. En la Figura II.5 se presenta una imagen donde aparecen los barrenos y caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., dentro de un área delimitada donde se observan los tipos de uso de suelo y vegetación de las inmediaciones¹ del proyecto.

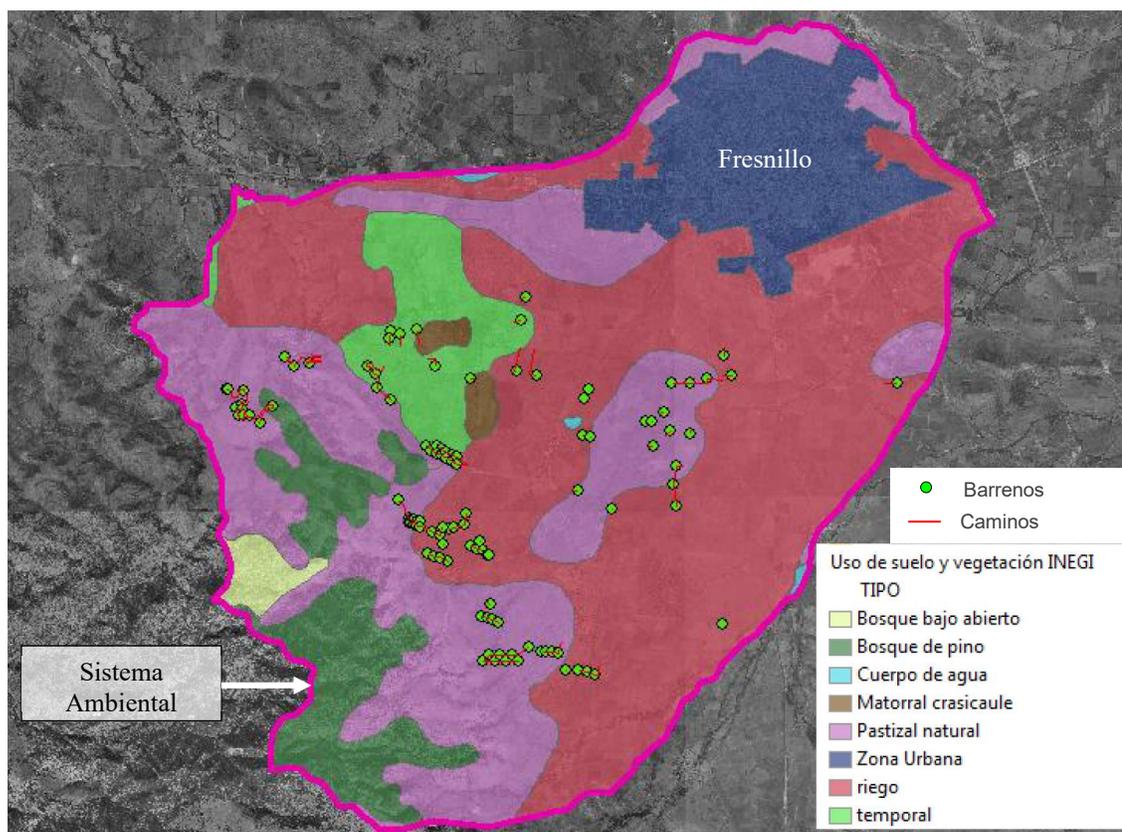


Figura II.5. Uso de suelo y vegetación, INEGI

Tomando como referencia a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), los barrenos caen prácticamente en su totalidad dentro de áreas de manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones); y terrenos con pastizal natural (Figura II.6)

¹ En el Capítulo IV se describe la delimitación de un Sistema Ambiental para el estudio de los componentes que interactuarán con el proyecto, área que hace referencia al término “inmediaciones del proyecto”.

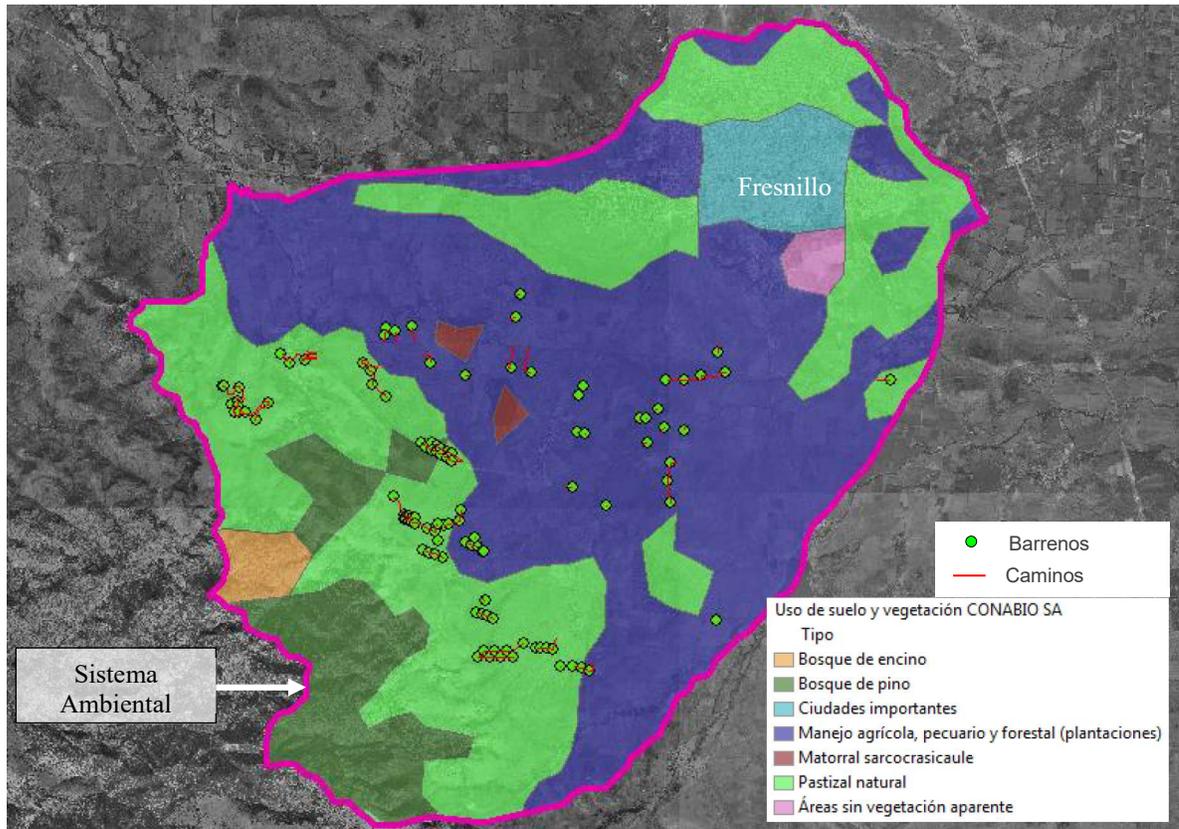


Figura II.6. Uso de suelo y vegetación, CONABIO

En los recorridos de campo se ha podido corroborar que en el área hay muchas parcelas agrícolas, presencia aislada de ganado y zonas forestales con pastizales y vegetación arbustiva secundaria, cuyo grado de conservación es bajo, que hace evidente que las actividades antrópicas desarrolladas en la región han modificado las características originales del medio natural durante muchos años. En el Anexo II.5 se integra un reporte fotográfico general, donde se aprecia el estado actual del sitio del proyecto.

En las inmediaciones del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. existen varios cuerpos de agua pequeños, algunos de carácter intermitente. De acuerdo a información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI, sobre el límite Sureste de la zona delimitada para el estudio se encuentra la presa La Bomba, también conocida en la zona como Presa de Rivera; al Suroeste de la ciudad de Fresnillo se localiza la laguna Los Perros; y al Sur, muy cerca de la zona urbana, hay dos cuerpos de agua que son parte del Parque Ecológico “Los Jales” creado por Grupo Peñoles, al que pertenece la empresa promovente. El resto de los cuerpos de agua son pequeños bordos construidos para el riego de las parcelas. Lo anterior se muestra en la Figura II.7. Cabe señalar que en el desarrollo del proyecto no se tendrá interacción con estos cuerpos, ni se prevé que pueda darse alguna alteración en sus parámetros físicoquímicos.

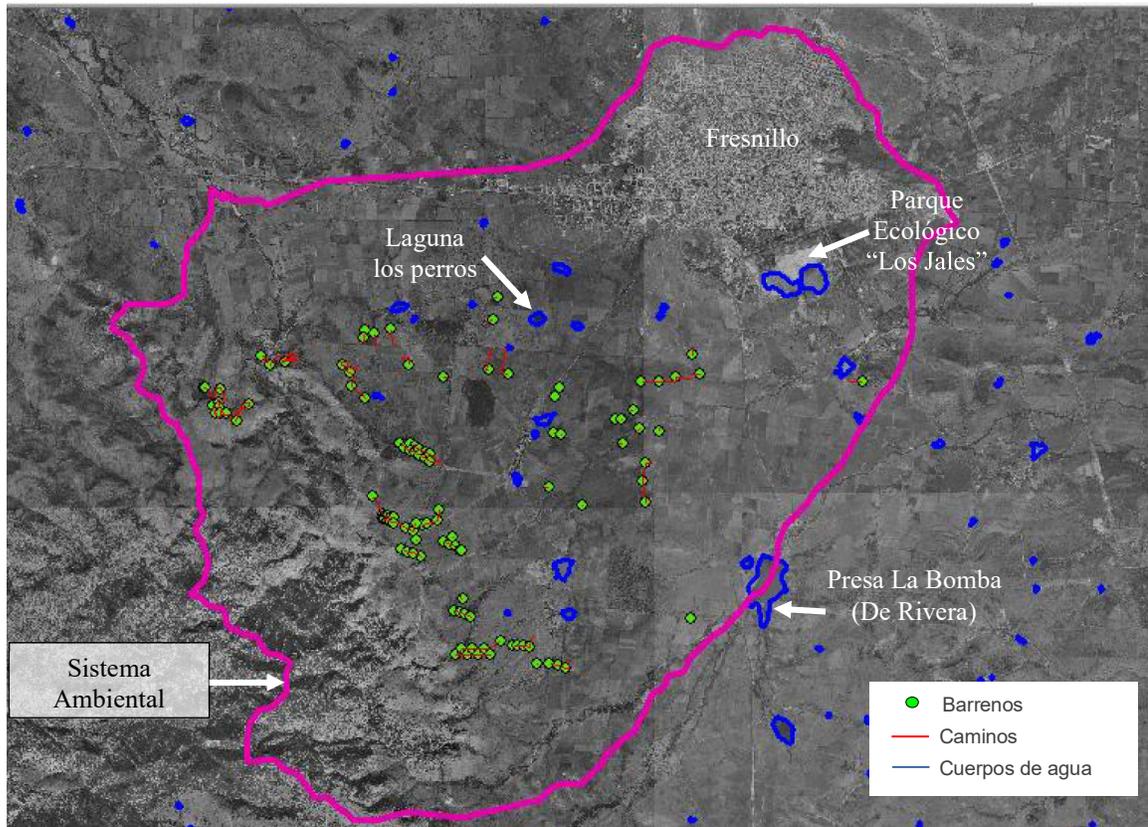


Figura II.7. Cuerpos de agua, INEGI

Más adelante, en el Capítulo IV, se profundizará en la descripción de la hidrología superficial en la zona del proyecto.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El municipio de Fresnillo es el de mayor población en el estado de Zacatecas, y el de mayor importancia económica debido a su alta producción minera, agrícola y a su actividad comercial. Éstas condiciones, y la cercanía de los sitios de barrenación del proyecto con la ciudad de Fresnillo, facilita la provisión de todos los servicios que pudieran requerir las empresas contratistas, que además de sus propias instalaciones en la ciudad, podrán tener un espacio temporal para el suministro de los servicios dentro de las instalaciones industriales de Minera Fresnillo S.A. de C.V.

A excepción de los caminos de exploración para acceso a las planillas, que se restituirán una vez concluida la barrenación en cada sitio, Minera Fresnillo S.A. de C.V. y sus contratistas no requerirán construir infraestructura adicional ni urbanizar el área.

II.2 Características particulares del proyecto

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. comprende tres principales actividades: la apertura de 49 caminos de exploración, la preparación o acondicionamiento de 112 planillas de barrenación y la perforación de 112 barrenos. Para ello, se requiere la participación de personal que actualmente labora en la empresa, así como personal contratado para el proyecto.

En la etapa de planeación y diseño del proyecto participa personal principalmente del departamento de Geología y de Topografía, de Minera Fresnillo S.A. de C.V. Así mismo, personal del departamento de Medio Ambiente participará en la autorización de los trabajos que se desarrollen, y mediante supervisión ambiental de las obras. Estos empleos no se han generado particularmente para el proyecto.

Para la ejecución del proyecto, la promovente ha designado mediante contrato la participación de dos empresas contratistas que abrirán los caminos, realizarán el acondicionamiento de las planillas y barrenarán: Investigaciones Geológicas y Ambientales S.A. de C.V. (IGASA); y Tecmin Servicios S.A de C.V. (TECMIN).

La empresa IGASA cuenta con dos maquinas perforadoras que empleará para las actividades del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. Para su operación, IGASA generará un total de 12 empleos, más el personal de base para actividades de tipo administrativas y para el mantenimiento de la maquinaria. Cada máquina perforadora requiere un perforista y dos ayudantes por turno de 10 horas.

Por otro lado, TECMIN operará 7 máquinas perforadoras simultáneamente en el proyecto, en dos turnos de 12 horas cada uno; empleando a 32 personas, entre operadores y ayudantes, supervisores de obra y supervisores de seguridad y ecología. En el taller de mantenimiento de TECMIN se dará empleo adicionalmente a 8 personas consideradas como personal externo.

El organigrama general de trabajo, se representa en la Figura II.8:



Figura II.8. Organigrama del personal para el proyecto

Cabe aclarar que el personal de ambas empresas contratistas recibirá capacitación en materia de medio ambiente, en congruencia con la política ambiental de Minera Fresnillo S.A. de C.V.

II.2.1 Programa general de trabajo

El desarrollo del proyecto inicia con su planeación y con la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, para la obtención de los permisos necesarios. El tiempo máximo estimado para la realización de las obras de exploración es de 3 años a partir de la fecha en que sea emitida la autorización en materia de impacto ambiental.

Etapas/Acciones	Preliminares (Meses)							Plazo de Ejecución (Años)		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	1	2	3
Preoperativos										
Planeación del programa de barrenación	■	■	■							
Elaboración de los estudios ambientales				■	■					
Obtención de los permisos						■	■			
Preparación de sitio y operación temporal										
Actividades de barrenación								■	■	■

Figura II.9. Programa general de trabajo

La planeación del programa de barrenación implicó la revisión de las zonas de interés que presentaban anomalías, identificadas con base en todos los estudios que ha realizado el departamento de Geología. Una vez definido el programa de barrenación, se procedió a la elaboración de los estudios ambientales, que requirió trabajo de campo y recopilación de información de diversas fuentes y de diferentes fechas. Una vez concluidos los estudios, se someten a la evaluación por parte de SEMARNAT para la autorización del proyecto, y en cuanto se tenga el resolutivo favorable, iniciará su ejecución.

La secuencia general de las actividades de barrenación, que incluirá varias máquinas perforadoras trabajando simultáneamente, iniciará con la preparación del camino y de la planilla requerida por barreno, justo antes de perforarlo. Se cambiará al siguiente camino/planilla/barreno una vez concluida la perforación y extracción de núcleos. Para los barrenos que no requieren caminos solamente se limpiará el sitio de la planilla previo a la instalación de la perforadora para su operación temporal.

II.2.2 Preparación del sitio

Una vez que el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. sea autorizado por la SEMARNAT, se dará inicio a la ejecución del programa de barrenación, iniciando con la preparación de los sitios de los primeros barrenos que se perforarán simultáneamente por cada empresa contratista.

El primer paso dentro de la preparación del sitio será la delimitación mediante equipo topográfico de las áreas de barrenación, y el trazo de los nuevos caminos utilizando diversos métodos como lo son la cinta fluorescente, banderines, etc.

Posteriormente se aplicarán las medidas de control y mitigación ambiental, descritas en el Capítulo VI, incluida la aplicación de técnicas de ahuyentamiento de especies de fauna que pudiesen

encontrarse en el sitio, y la colocación de geotextil debajo del sitio donde se colocará la máquina y los contenedores de insumos y/o de residuos peligrosos.

Concluido el paso anterior, se realizará el desmonte y despalme para el rescate de suelo orgánico. En lo correspondiente a la apertura de caminos, el desmonte y despalme se realizará mecánicamente con un cargador frontal que raspará la superficie y nivelará el camino. Al ser un camino de exploración, no se requiere una estabilización compleja. En el caso de la preparación de las planillas de barrenación, parte del horizonte del suelo también será removido por maquinaria especializada y almacenado para regresarlo al finalizar las actividades, evitando en todo momento el uso de cualquier clase de herbicidas u otros químicos para tales efectos.

Además, se cumplirá con las siguientes especificaciones:

- Las áreas del proyecto no estarán delimitadas por ningún tipo de cerca o barda que impida el libre tránsito de la fauna y las personas; salvo en los caso de ser necesario el aislamiento de algún sitio con la finalidad de preservar el estado natural de la flora así como la integridad física de los involucrados en el proyecto
- Los trabajos se harán de manera seccionada de acuerdo al programa de trabajo, sin alterar superficies mas grandes que las planeadas

El diagrama con las actividades para acondicionamiento de planillas se muestra en la Figura II.10



Figura II.10. Secuencia para el acondicionamiento de las planillas de barrenación

II.2.3 Construcción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para la operación de la maquinaria, es necesario construir un cárcamo donde se pueda almacenar el fluido de perforación que se recircula en el proceso. Las dimensiones de este cárcamo son regularmente de 2.50 m X 1.50 m X 1.30 m. Se construye excavando el suelo desmontado dentro del área de la planilla, con una retroexcavadora, y se cubre con un geotextil para evitar infiltraciones del fluido al suelo desnudo. En caso de que se encuentre la planilla sobre un lecho rocoso, de manera que se complique la instalación temporal del cárcamo excavado, las empresas contratistas armarán piscinas o

colocarán contenedores de polietileno, tipo tinaco, adaptados para la recirculación del fluido. En la Figura II.11 se ilustra un ejemplo de los cárcamos que se construirán en el área de las planillas.



**Figura II.11. Cárcamos para recirculación del fluido de perforación
(Izquierda excavación; Derecha piscina)**

El suelo retirado, igual que el de toda la planilla, es colocado a unos metros del sitio y es conservado para ser devuelto a su sitio una vez concluida la barrenación.

Listo el camino de acceso y la planilla de cada barreno, se procederá a la transportación e instalación temporal del equipo de barrenación. Para ello es necesario construir un muerto de anclaje, que consiste en un bloque de cemento y varilla metálica, al que se sujetará la máquina perforadora. En la Sección II.2.5 se describen las características técnicas de las máquinas perforadoras que se utilizarán en el proyecto. De forma general, el proceso de instalación consiste primeramente en la nivelación de la máquina, que cuenta con sus propios mecanismos para ello; se ancla al muerto, y posteriormente se le da la inclinación necesaria a la torre, de acuerdo a las indicaciones de los supervisores y al plan de barrenación. No se necesita nivelación del terreno.

II.2.4 Etapa de construcción

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no comprende actividades de construcción de instalaciones permanentes.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La operación del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. es temporal, correspondiendo únicamente al tiempo en que se extrae la muestra de la barrenación. El mantenimiento de los equipos será responsabilidad de las empresas contratistas.



Los barrenos serán perforados mediante el método de barrenación a diamante con recuperación de núcleos íntegros de muestras a cada 5 pies (1.50 m). Un núcleo es una sección de roca removida para su análisis y determinar el potencial minero del sitio.

El sistema de perforación a diamante puede ser simplificado en tres partes. En primer lugar, está la perforación rotatoria. Se trata de la mayor parte de la máquina, que proporciona el poder. En segundo lugar, está la barra de perforación, que es un barril que contiene un núcleo de perforación, cuando se ha completado. En tercer lugar, es el “bit” de diamante, que es un instrumento circular que tiene un área de medio abierto y borra la entrada en el terreno.

Para entender cómo se extraen los núcleos, las tres partes identificadas anteriormente deben ser consideradas. El ejercicio se extiende en una barra de perforación, que tiene una broca de diamante en la punta; utiliza la acción de *Rotary* para suministrar energía a la fuerza de la broca en el suelo.

Como la broca penetra en la tierra y las diapositivas de perforación en la barra, un núcleo se ve forzado a través del agujero en el centro de la broca. El núcleo continúa cayendo en la barra de perforación. Dentro de cada barra de taladro hay un mecanismo de alambre, que se usa para contener y recuperar la muestra del núcleo en su interior. Sin este mecanismo de captura, sacar el núcleo a la superficie podría ser muy difícil.

Cuando una barra de perforación ha penetrado por completo en el suelo, otra suele ser atornillada a la parte superior de la misma permitiendo una penetración más profunda. Una vez que todas las barras de perforación necesarias han sido llenadas con núcleos, que se recuperan de la roca, son almacenados en cajas de la sección que se correlacionan con la varilla de perforación de la que se hayan obtenido. Hay una gran cantidad de información que puede determinarse a partir de los núcleos, incluyendo la mineralización, el porcentaje de recuperación y la calidad de la roca.

Se utiliza como fluido de perforación una mezcla de agua y bentonita de alto rendimiento, que es empleada para la obtención de una suspensión coloidal acuosa, capaz de suspender y transportar hacia la superficie los cortes perforados formando un enjarre que estabiliza las paredes del pozo, evitando que se atore la tubería o se derrumben las paredes, lo que provocaría la pérdida de tiempo y costo; además de que disminuye la pérdida de fluido hacia las formaciones inmediatas del agujero. A esta mezcla se le adiciona una emulsión polímera líquida, cuyo nombre comercial es EZ-MUD, y sirve para aumentar la lubricidad, la viscosidad del fluido y para mejorar la capacidad de transporte de los fluidos por inyección de aire/espuma.

La mezcla de agua-bentonita es recirculada durante el proceso de barrenación de cada planilla. El agua utilizada en el proceso de barrenación será proveída por terceros, subcontratados por las empresas contratistas. Será acarreada con pipas a los sitios de barrenación.

Las máquinas perforadoras que se utilizarán para la barrenación son de 4 diferentes modelos: Tec 1000; Tec 1500; Longer 38; y Longer 44. La empresa contratista TECMIN cuenta con máquinas de los cuatro modelos, mientras que IGASA opera solo máquinas del modelo Longer 44. En el Anexo II.6 se adjuntan las especificaciones técnicas de la maquinaria, documento provisto por TECMIN.



En campo, se le da mantenimiento menor y preventivo a la maquinaria, que consiste prácticamente en la aplicación continua de grasas a las partes mecánicas y reposición de aceites, para el funcionamiento óptimo del equipo. Este procedimiento de manera general se describe en la Tabla II.4

Tabla II.4. Mantenimiento preventivo de la maquinaria de barrenación a diamante

Cantidad	Elemento / Maquinaria	Procedimiento / Descripción
1	Bomba de lodos	Engrasar cadena de los sprockets cada 12hrs (cada cambio de turno) Engrasar bomba de lodos cada 12 hr (cada cambio de turno) Checar nivel de aceite en caso de necesitar suministrar (recomendado cada 12 hrs).
1	Cadena de malacate	Engrasar cadena de los sprockets del malacate cada 12hrs (cada cambio de turno)
2	Chumaceras	Engrasar cada 12hrs (cada cambio de turno)
1	Tanque	Checar nivel de aceite. En caso de necesitar llenar. (recomendado cada 12 hrs)
1	Mirow "H" Chuck Assembly	Engrasar baleros cada 12 hrs (cada cambio de turno) Cambio de filtro cada mes
2	Poleas	Engrasar pernos y baleros de poleas cada 12hrs (cada cambio de turno)
1	Motor eléctrico	Engrasar motor 1 vez por semana

Las máquinas perforadoras utilizan como combustible diesel. Dentro de la planilla habrá tambos para el almacenamiento de diesel, equipados con bomba y mangueras de seguridad para su adecuado suministro a la maquinaria. Para las motobombas externas que utilizan gasolina común, se utilizarán bidones también equipados para un seguro trasvase. La alimentación de combustible y la reposición de aceite se harán teniendo de base sobre el suelo desnudo un geotextil, y tanto la maquinaria como los vehículos del personal deberán estar equipados con extintores de Polvo Químico Seco (PQS), adecuados para sofocar conatos de incendio, que podrían impactar mucho más el ambiente en caso de suscitarse.

Los aceites que utilizan los equipos que podrán ser suministrados en campo, siempre que se cuente con las medidas preventivas apropiadas y se sigan los procedimientos de seguridad son:

- Motor Diesel: 15W40
- Perforadora: 15W40
- Bomba de agua: SAE 40
- Hidráulico: H-300
- Trasmisión: SAE140

Las Hojas de Seguridad (HDS) del combustible y de las sustancias utilizadas dentro de la planilla de barrenación, se encuentran compiladas en el Anexo II.7.

Cabe resaltar que cuando la maquinaria requiere un mantenimiento mayor, se le da servicio en el respectivo taller de cada empresa contratista, que están ubicados dentro de la ciudad de Fresnillo. Tienen



prohibido realizar mantenimiento mayor que implique el uso de más sustancias y/o en mayor cantidad en el sitio de barrenación, pues implica un aumento de riesgo de contaminación ambiental en caso de presentarse algún derrame accidental que no pueda ser contenido por los mecanismos de prevención aplicados normalmente.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no comprende la construcción o instalación temporal de obras asociadas.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Al terminar la perforación de cada barreno programado, los equipos serán removidos en su totalidad y se regresará a su sitio original la capa de suelo orgánico removido, tanto en el acondicionamiento de las planillas, como en la apertura de los caminos de exploración. De esta manera el sitio podrá retornar a sus condiciones originales, salvo en los terrenos forestales donde habrá despalme, y requerirá medidas de mitigación adicionales, descritas en el Capítulo VI, y conforme a lo establecido en la NOM-120-SEMARNAT-2011.

II.2.8 Utilización de explosivos

Para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., no se requerirá el uso de explosivos, y por lo tanto tampoco la existencia de polvorines en el sitio.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Emisiones a la atmósfera

Durante el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se generarán emisiones a la atmósfera derivadas principalmente del tránsito vehicular y operación de los equipos en la ejecución de las barrenaciones. Estas emisiones corresponderán principalmente a polvos y gases derivados de la combustión (CO_x, NO_x y SO_x).

La maquinaria con que se ejecutará el programa de exploración bajo contrato con Minera Fresnillo S.A. de C.V. será propiedad de las empresas contratadas a las que se les exigirá como requisito el buen estado de operación de sus equipos y el cumplimiento con la normatividad vigente y aplicable.

Emisión de ruido

El ruido generado en las etapas del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., será temporal y no se espera que rebase el límite máximo permisible de acuerdo al Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido. En caso de superar los niveles de ruido establecidos, será de forma esporádica e instantánea causado por alguna eventualidad atípica.



Considerando la dispersión acústica, que indica el desvanecimiento del ruido conforme se aleja de la fuente emisora, se estima que no se afectará de forma considerable a ninguno de los centros de población más cercanos a los sitios de barrenación.

Para los trabajadores y operarios, la posible afectación por el ruido generado será minimizada con el uso de equipo de protección auditiva, adecuado a los niveles a los que estarán expuestos.

Descargas de aguas residuales

Como se mencionó anteriormente, el método de exploración que se pretende aplicar para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., es el de barrenación a diamante, el cual hace un aprovechamiento eficiente de agua, recirculando el fluido de barrenación y evitando un gasto innecesario del recurso. El agua a utilizarse en el proceso es requerida específicamente para el enfriamiento de la barrena mediante la preparación de una mezcla de agua-bentonita y aditivos, en un cárcamo construido o instalado para ese fin, la cual se inyecta y se hace circular a través del pozo; posteriormente es recolectada en el mismo cárcamo para dejar asentar los sólidos (lodos con bentonita y rezaga de material barrenado) y volverlo a circular a través del pozo.

Al terminar la etapa de operación, se dejarán asentar los lodos del fluido recirculado y cuando el agua esté libre de sólidos, se regarán los caminos del proyecto con ésta para disminuir la emisión y dispersión de polvos fugitivos. El flujo del riego será laminar y no turbulento para evitar la erosión.

Los lodos que aun queden en los cárcamos o piscinas se dejarán secar. Cuando se evapore la mayor cantidad de agua posible, los sólidos podrán ser depositados en la presa de jales de la mina; es importante señalar que la bentonita es un material biodegradable y que la utilización únicamente de aditivos vegetales sin requerir la utilización de ningún reactivo químico durante el proceso de exploración, hace que el agua regada no signifique un riesgo de contaminación al medio ambiente.

Será responsabilidad de las empresas contratistas la subcontratación del servicio de letrinas móviles en los sitios de barrenación. El prestador de servicios deberá hacerse cargo de los residuos sanitarios. Está prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua.

Residuos sólidos

En lo referente al manejo de los sólidos domésticos, se tiene considerado que en los sitios de barrenación se generen principalmente residuos orgánicos por consumo de alimentos. Partiendo de esto, los residuos que se generen durante el jornal diario serán depositados de forma diferenciada en contenedores con tapa debidamente etiquetados que se mantendrán en la planilla, de donde al término de las labores el supervisor a cargo trasladará y descargará en los contenedores del campamento de cada empresa contratista.

En la estimación de los residuos a generarse dentro del área del proyecto, se ha considerado el que producirá el operario de la maquinaria y ayudantes, que laborará en forma permanente dentro de los sitios de barrenación, y el personal que será de tipo flotante y temporal entre la planilla, el campamento y otras áreas de trabajo, siendo un total de 45 personas aproximadamente. Así pues, resulta un volumen



estimado de 11.25 kg de basura diaria a razón de 250 g/persona. La correcta disposición de los residuos, será parte de la responsabilidad de los supervisores del proyecto que designen las empresas contratistas, supervisados a su vez por personal de Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Los residuos peligrosos se generarán en el mantenimiento de la maquinaria del que se habló anteriormente. De acuerdo a la experiencia de los contratistas, durante la ejecución del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se estima que haya una generación promedio semestral por cada máquina perforadora de 1 tambo de aceite, 2 tambos de basura industrial, 2 tambos de material contaminado, 30 cubetas vacías impregnadas y 3 cubetas de tierra contaminada.

Con base en esta estimación, se puede considerar que la generación de residuos peligrosos a lo largo de los tres años que durará el proyecto será aproximadamente de 50.86 toneladas, desglosados como aparecen en la Tabla II.5

Tabla II.5. Generación de Residuos Peligrosos en el proyecto

Promedio semestral por maquina	Generación de RPE Anual (toneladas)	Generación de RPE durante todo el Proyecto (toneladas)
1 tambo aceite	3.27	9.82
2 tambos de basura industrial	2.16	6.48
2 material contaminado	2.16	6.48
250 kg de cubeta (30) cubetas impregnadas	4.50	13.50
Muy poca tierra contaminada 3 cubetas (50L)	4.86	14.58
Total	16.95	50.86

II.2.10 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Minera Fresnillo S.A. de C.V. posee almacén temporal de residuos peligrosos que cumple con las características básicas referenciadas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, que podrá ser utilizado eventualmente por las empresas contratistas; sin embargo, el manejo y la adecuada disposición de los residuos peligrosos generados durante el programa de barrenación son responsabilidad de TECMIN e IGASA.

Cada empresa contratista cuenta con un almacén temporal en sus respectivos campamentos o talleres de mantenimiento, dentro de la ciudad de Fresnillo. Ambos almacenes son techados y tienen plancha de concreto como material impermeable, mecanismos para control de derrames, acceso controlado, extintor y señalamientos alusivos a la peligrosidad de los residuos.

En los sitios de barrenación habrá contenedores exclusivos, identificados y adecuados para el tipo de residuo peligroso que pudiera generarse en la operación de la maquinaria. Estarán ubicados sobre diques, geotextiles o charolas de contención contra derrames. Los contratistas, bajo las obligaciones estipuladas en el contrato y supervisión directa del personal del departamento de medio ambiente de Minera Fresnillo S.A. de C.V., se harán cargo también del manejo en el sitio de estos residuos.

Una vez concluido el barrenado, se trasladarán los contenedores a sus respectivos almacenes temporales. Todos los residuos almacenados serán contenidos en tambores metálicos de 200 L y manejados de forma adecuada para evitar derrames accidentales que pudieran ocasionar contaminación de suelos.

La recolección de los residuos peligrosos estará a cargo de la misma empresa que transporta y acopia los residuos de Minera Fresnillo S.A. de C.V., Manuel Saucedo Palafox (Recicladora del Mineral) con autorización por parte de la SEMARNAT y registro ante la SCT para realizar dichas actividades, de conformidad con lo que establece el artículo 42 de la LGPGIR:

- Autorización SEMARNAT para transporte: 32-56-PS-I-004-D-09
- Registro SCT para transporte: 3212SAPM490318TR8/1
- Autorización SEMARNAT para centro de acopio: 32-56-PS-II-010-D-09

Será responsabilidad de los supervisores ambientales verificar antes de la contratación que la empresa Recicladora del Mineral tenga sus permisos oficiales vigentes y en regla. Dicha empresa prestará sus servicios a las contratistas para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., cuando sean solicitados en atención a alguna de las condiciones siguientes:

- Cuando el almacén temporal de residuos esté llegando a su capacidad máxima
- Cuando los residuos almacenados tengan una antigüedad mayor a 6 meses y no se tenga una solicitud de prórroga autorizada por la SEMARNAT para almacenamiento por un periodo mayor al permitido por el Reglamento de la LGPGIR.

Para el caso de los residuos domésticos generados en las planillas, como ya se mencionó, se cuenta con contenedores identificados, en un área delimitada para almacenarlos de forma separada. IGASA y TECMIN hacen su propia recolección y disponen de sus residuos en el relleno sanitario municipal de Fresnillo, que transporta en las cajas de sus camionetas o en remolques acondicionados para ello, como el que se puede apreciar en la Figura II.12, propiedad de TECMIN.



Figura II.12. Remolque para almacenamiento de residuos en las planillas de barrenación



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

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatal y municipal de desarrollo urbano y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

III.1 Información sectorial

El actual crecimiento de los precios mundiales del oro, la plata, el cobre y la mayor parte de las materias primas en la industria minera auguran un futuro de alta rentabilidad e indicadores financieros fuertes para las empresas de este sector. En México casi todo el territorio se encuentra mineralizado, y se estima que 85% de las reservas minerales aún no han sido explotadas, por lo que el importante aumento en la demanda de los metales y productos extractivos, convirtieron al país en un polo de desarrollo de la minería internacional, situándolo como el cuarto destino más atractivo del mundo y el primero en América Latina para las inversiones en exploración minera.

Con base en los datos proporcionados por los grupos de productores de la Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2011), el valor de la producción minero-metalúrgica llegó en 2010 al histórico de 13,900 millones de dólares, superando los ingresos del sector turístico que sumó 11,875 millones de dólares. Con ello, por tercer año consecutivo, la minería se ubica entre los sectores productivos más importantes de nuestro país. Las divisas generadas por la industria minera ascendieron a 15,474 millones de dólares, 51% más que en 2009.

De acuerdo con la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática (INEGI), el valor de la producción minero-metalúrgica aumentó 50.4%, al alcanzar los 142,623 millones de pesos (47,806 millones de pesos más que en 2009). Este significativo aumento derivó del incremento del valor de los cuatro grupos de productores y además por el aumento en los volúmenes de producción de 23 minerales. Así, el 92% del valor de la producción minero-metalúrgica está integrado por el oro 25%, plata 20%, cobre 16%, zinc 10%, pellet de fierro 5%, coque 5%, carbón 4%, molibdeno 3% y plomo 3%.

Durante 2010, la inversión total en la industria minera aumentó en 16% alcanzando los 3,316 millones de dólares (458 millones más que en 2009). De esta forma la inversión ejercida en el periodo 2007-2010 ascendió a 11,986 millones de dólares. Adicionalmente se anuncian inversiones de 9,300 millones de dólares para el presente y para el próximo año, por lo que el compromiso de la industria minera de México se traducirá en una inversión superior a los 21,000 millones de dólares para el periodo 2007-2012 (CAMIMEX, 2011).

La minería es una industria de ciclos que en actualmente atraviesa por uno con balance neutral que le ha permitido estabilizar la producción de algunos minerales y crecimiento en otros. Sin embargo,

estos proyectos son de larga maduración, los cuales deben basarse en la eficiencia y productividad para garantizar su rentabilidad y con ello miles de fuentes de empleo. En 2010 se generaron 14,000 nuevos empleos directos, por lo que actualmente la industria acumula 283,800 empleados asegurados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Según el INEGI (INEGI, 2012), la evolución anual por grupos de metales y minerales, así como la producción minera por entidad federativa referida únicamente a las actividades de extracción y beneficio de minerales metálicos y no metálicos, durante abril de 2012 se reportó de la siguiente manera: entre los Metales Preciosos la producción de plata creció 0.2% en abril del año en curso respecto a igual mes de 2011 al obtener 328,158 kilogramos y la de oro alcanzó 6,443 kilogramos, mostrando una variación negativa anual de -0.2%. En los Metales Industriales no Ferrosos, la producción de cobre bajó solo 1.7%, al situarse en 31,788 toneladas; la de plomo subió 32.4% con 16,345 toneladas y la de zinc descendió en -1.5% a tasa anual con 38,438 toneladas.

La mayor producción de oro se obtuvo en Sonora que aportó 31.9% del total nacional, Zacatecas 23.6%, Chihuahua 16.4%, Guerrero 9.7%, Durango con 9% y San Luis Potosí 4.2%; en tanto que Guanajuato, Estado de México, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa y otras entidades produjeron en forma conjunta 5.2%.

La extracción y beneficio de plata se concentró en cuatro estados: Zacatecas que contribuyó con 46.8%, Chihuahua 18%, Durango 11.6% y Sonora 6.4%; mientras que el 17.2% se realizó en Coahuila de Zaragoza, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y otros estados.

La producción de cobre se llevó a cabo principalmente en Sonora con una participación de 72.7%, le siguió Zacatecas con 16.6%, San Luis Potosí 3.7% y Chihuahua con 2.8%. El 4.2% restante se registró en Durango, Guerrero, Estado de México, Michoacán de Ocampo, Querétaro, Sinaloa y otras entidades.

Por lo que se refiere a la producción de plomo, sobresalió la de Zacatecas con 58.4%, Chihuahua 19.6% y Durango con 7.6%; por su parte, Guerrero, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y otras entidades generaron 14.4% en abril de 2012.

De acuerdo con el documento “Panorama Minero del estado de Zacatecas”, editado por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2011) la participación específicamente de Zacatecas en el volumen y valor de la producción minera nacional, aportó las siguientes cifras: 16.17% de oro; 45.99% de plata, y 14.88% de cobre; lo cual puede ser apreciado en la Tabla III.1.

Tabla III.1. Participación del estado de Zacatecas a nivel nacional

Productos	Volumen (Toneladas)	Valor (pesos)	Porcentaje de participación nacional
Oro (Kg.)	12,836.70	6,414,005,004.55	16.7%
Plata (Kg.)	2,028,766.00	16,772,935,706.62	45.99%
Cobre	40,213.00	3,861,040,158.37	14.88 %
Plomo	97,879.00	2,666,885,816.14	50.96%
Zinc	228,925.00	6,253,667,454.86	40.16 %

En el estado de Zacatecas se tienen un total de 2,537 concesiones mineras vigentes al 31 de diciembre del 2010, las cuales cubren una superficie de 2, 741,067.5024 ha. Por todo lo anterior, en los planes de desarrollo, nacionales y estatales, se ha impulsado el crecimiento de la minería, aunado al perfeccionamiento de un marco normativo competitivo con los estándares internacionales.

La Ley Minera mexicana reformada en el año 2005, promueve las concesiones, tanto para exploración como para explotación a particulares y la identificación de nuevos yacimientos por periodos de cincuenta años, con posibilidades de reanudación por el mismo lapso de tiempo, con el fin de buscar la diversificación de la producción y el incremento de la competitividad de las empresas mineras; por lo tanto, para el año 2010 se señalan las siguientes cifras.

Tabla III.2. Títulos y Superficies concesionadas en Zacatecas

Año	Superficie (ha)	No. de Títulos	Cobertura Estatal
2006	12,836.70	2,329	1.92%
2007	2,028,766.00	49	1.26%
2008	40,213.00	2,438	20.95%
2009	97,879.00	269	14.67%
2010	228,925.00	2,537	38.05%
Fuente: Dirección General de Minas datos preliminares al 31/12/2010			

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se vincula con diferentes disposiciones jurídicas que le resultan aplicables. Con el fin de identificar y analizar esta relación, se presentan a continuación los instrumentos normativos de carácter federal que le resultan directamente aplicables.

III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región

A continuación se describen los planes federales, estatales y municipales de desarrollo urbano y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio y que se vinculan Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. Los principales son:

- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012
- Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 del Estado de Zacatecas
- Plan Municipal de Desarrollo Fresnillo 2011-2013
- Programa de Ordenamiento Ecológico

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

El objetivo principal del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) se centra en la necesidad de estrategias que permitan afrontar los retos de empleo y bienestar de la población a todo lo largo del territorio nacional. Para lograr este objetivo se despliegan 5 ejes: Estado de Derecho y Seguridad, Economía Competitiva y Generadora de Empleos, Igualdad de Oportunidades, Sustentabilidad Ambiental, Democracia Efectiva y Política Exterior Responsable.



El PND señala que la Sustentabilidad Ambiental está basada en pilares, dentro de los cuales están:

- El uso sustentable de los recursos naturales y el respeto al medio ambiente
- La superación de los rezagos en infraestructura pública y privada

Con base en lo anterior y toda vez que el sector minero ha tenido un auge en los últimos años, resulta necesario promover e incentivar las inversiones en estos rubros debido a que los mismos resultan detonadores significativos del desarrollo económico y social.

En total concordancia y relación con el PND, el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., pretende el uso sustentable de los recursos naturales del subsuelo y el respeto al medio ambiente, los cuales según dicho Plan Nacional deben basarse en la aplicación de una estrategia coherente que incluya lo siguiente: “[...] aplicación de nuevas tecnologías para la producción, así como políticas para inhibir el uso de técnicas y costumbres dañinas al medio ambiente”.

Se hace notar pues, que la aplicación de las políticas y lineamientos establecidos por el PND, resultan totalmente compatibles con la realización del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Es importante mencionar que el proyecto además de buscar la sustentabilidad y el menor impacto negativo en los ecosistemas, también pretende mantener el desarrollo económico de la región y se procurará la contratación de gente local que pueda participar en las diferentes actividades dentro de la exploración minera.

Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El propósito principal de este programa es satisfacer las expectativas de cambio de la población, construyendo una nueva política ambiental congruente con los grandes lineamientos creados *ex profeso* en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y en donde esta nueva política ambiental además se fundamenta en el objetivo rector de que el Estado debe crear las condiciones para un desarrollo sustentable que asegure la calidad del medio ambiente y la disponibilidad de los recursos naturales en el largo plazo.

El país enfrenta una severa degradación y sobre explotación de los recursos naturales como herencia ambiental de generaciones anteriores. Esta situación demanda un cambio sustantivo de la política ambiental; dentro de ésta, el sector minero desempeña un papel crucial en el crecimiento económico y mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Factores como la explotación racional de los recursos naturales con fines mineros, así como una mayor eficiencia en todos los eslabones que componen la construcción y operación de los proyectos, las cadenas de abastecimiento y el empleo de fuentes renovables y de tecnologías limpias, contribuyen a mitigar el inevitable impacto ambiental.



El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. satisface las expectativas antes referidas, ya que procurará la conservación del ambiente aplicando las medidas de prevención necesarias.

Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 del Estado de Zacatecas

El Plan Estatal es un documento rector donde manifiesta de forma general y coordinada, lineamientos, prioridades, objetivos, estrategias de acción y financiamiento. El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2011-2016 se basa en cinco temas fundamentales para el desarrollo del estado, los cuales son: Zacatecas Seguro, Zacatecas Unido, Zacatecas Productivo, Zacatecas Moderno y Zacatecas Justo, el cumplimiento de estos temas tiene como objetivo final el desarrollo humano sustentable.

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se encuentra afín con el eje denominado "Zacatecas Productivo", cuyo objetivo principal dentro del sector minero, es la generación de empleo bajo esquemas que garanticen tanto el mayor beneficio económico para el estado, la salud de las personas que habitan en áreas cercanas a zonas mineras, la preservación y regeneración del entorno ecológico y por ende la mitigación del desplazamiento migratorio de la población.

A continuación se presenta la estrategia de crecimiento sustentable de la actividad minera, la cual se encuentra caracterizada por varias líneas de acción:

- Apoyo a los estudios de prospección minera, para actualizar el conocimiento sobre el potencial minero del estado.
- Exploración del potencial de minerales no explotados como el litio.
- Apoyo a la minería no metálica, especialmente al aprovechamiento de bancos ubicados en zonas rurales de alta marginación.
- Realización de una mayor difusión de los productos y servicios a la minería, entre los micro, pequeños y medianos mineros para la agilización de trámites
- Realización de un estudio por distrito minero para determinar la viabilidad de planear una planta de beneficio para determinada región, de manera que pueda brindar el servicio a un grupo pequeños mineros por distrito.
- Creación de los canales de comercialización de concentrados apropiados a la pequeña y mediana minería para evitar monopolios.

Otra de las estrategias planteadas en el PED y que concuerdan con el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., va en dirección de los daños ambientales ocasionados por el sector minero y la reducción de los mismos, que pudieran en un momento dado dañar la salud de las personas si no se toman las medidas correspondientes en su momento. A continuación se presentan algunas líneas de acción consideradas en el PED:

- Elaboración de estudios sobre el impacto ambiental y de salud, en las principales zonas mineras del estado, para la formulación de acciones correctivas y preventivas.
- Apoyo a la micro y pequeña minería en la adopción de equipo y tecnologías para reducir el impacto ambiental de su actividad.



- Supervisión y agilización de los tramites ambientales y buscando un trato diferenciado entre las grandes y pequeñas empresas mineras.
- Prevención de que la mancha urbana no invada los fundos mineros.

Minera Fresnillo se ha caracterizado por la incorporación de mejores prácticas, de responsabilidad social; para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se espera la generación directa de empleos, mayor inversión en comunidad y el uso sustentable de los recursos naturales, lo cual va acorde al PED 2011-2016.

Plan Municipal de Desarrollo Fresnillo 2011-2013

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2011-2013 para el H. Ayuntamiento de Fresnillo, es el documento rector de planeación municipal donde se plantea el diagnóstico general actual, además de las estrategias y prioridades de desarrollo municipal, cuyo objetivo principal es el desarrollo político, económico y social.

Desde una visión diagnóstica, el municipio de Fresnillo se ha caracterizado por sus importantes yacimientos minerales. El INEGI ratifica a Zacatecas como el principal productor de plata en el país contribuyendo con el 45.99% de una producción total de 2,028,766 toneladas; además dentro del municipio se producen otros minerales como oro, cadmio, plomo y zinc.

El impacto económico que ha tenido el sector minero dentro del municipio ha sido importante, sin embargo se ha caracterizado por sus fuertes cambios en su estructura productiva, que ha repercutido inicialmente en el ámbito ocupacional del mercado de trabajo y en la dinámica del empleo.

Cabe mencionar que en la década de los 80's y en la primera mitad de los 90's la economía zacatecana tuvo su mejor momento en el sector minero, ocupando tasas de participación superior al 15% en el empleo. Sin embargo para el año 2000, esta actividad disminuyó considerablemente hasta llegar al 53% de los empleos que generaba en los años 80's, para 2005 la actividad del sector minero se volvió a reactivar.

La estrategia que se plantea dentro del Plan Municipal de Desarrollo tiene como base 5 grandes ejes de acción: Estado de derecho y seguridad, Economía competitiva y generadora de empleos, Igualdad de oportunidades, Sustentabilidad ambiental, Democracia efectiva y política exterior responsable y tiene como sujeto principal a la persona, sus derechos y la ampliación de sus capacidades como la columna vertebral para la toma de decisiones. En este sentido, El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. pretende el uso sustentable de los recursos naturales del subsuelo, y el respeto al entorno natural, así como el establecimiento de políticas para restringir el uso de técnicas inapropiadas que pudieran dañar el medio natural, así mismo, el impacto socioeconómico del proyecto en el municipio propiciara el desarrollo dentro del municipio, elevando las tasas de empleo dentro del municipio, lo cual va acorde al PMD 2011-2013.

Programa de Ordenamiento Ecológico

El municipio de Fresnillo, donde se pretende desarrollar el proyecto, no cuenta con plan parcial de desarrollo urbano ni con un programa de ordenamiento ecológico.

III.3 Ordenamientos jurídicos en materia ambiental

El sistema jurídico Mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus Reglamentos, diversos Códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por Normas Mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

En materia de uso de suelo, el artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; asimismo, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental de los asentamientos humanos deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda que determinen llevar a cabo el Ejecutivo del Estado y los municipios, con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio de los propios asentamientos humanos con la naturaleza, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

En ese sentido, la citada Ley también prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio Ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

El marco legal que regula ambiental y territorialmente el desarrollo del proyecto se integra por:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA)
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)
- Reglamento de la LGPGIR



- Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido
- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas
- Normas Oficiales Mexicanas

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación, 28 de Enero de 1988) señala en su artículo 28 que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo obras o actividades para la exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento mencionan que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que al hacer uso de él no se altere el equilibrio de los ecosistemas. En este caso el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se inclina hacia la exploración de los recursos naturales encontrados en el subsuelo, evitando actividades y prácticas que propicien daños al medio ambiente modificando substancialmente al ecosistema.

Asimismo, se hace referencia a que cuando un proyecto genere algún daño al ecosistema, se deberán introducir tecnologías y actividades suficientes que ayuden a revertir y/o mitigar los impactos ocasionados por dicha actividad.

Los Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto se describen a continuación:

El Artículo 15, Inciso IV menciona que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. En cumplimiento a este artículo, se contemplaron en la Evaluación de Impacto Ambiental diversas actividades y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto.

El Artículo 28 dice que necesitarán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental, aquellas personas que pretendan llevar a cabo:

- III Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear



El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. contempla la realización de obras que tendrán impactos ambientales, por concepto de exploración de minerales, incluyendo caminos para las planillas de barrenación, por lo que se requerirá tramitar el cambio de uso de suelo de áreas forestales en la huella del proyecto adicionalmente a la presentación de la MIA, para su autorización en materia de impacto ambiental.

El Artículo 30 especifica lo relativo a los requisitos que debe incluir la Manifestación de Impacto Ambiental. El presente estudio cumple los lineamientos técnicos y jurídicos previstos para el caso en concreto.

Finalmente, el Artículo 108 establece las disposiciones para la exploración y explotación de los recursos no renovables. La SEMARNAT deberá expedir las normas oficiales mexicanas para la protección de los suelos y de la flora y de la fauna, así como para la adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, jales y escorias de las minas e instalaciones del beneficio de los minerales.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (Diario Oficial de la Federación. 30 de Mayo de 2000), señala en su artículo 5, Fracción I, que quienes pretendan llevar a cabo obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo, tal es el caso del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.

Los Artículos aplicables del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental al Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se describen a continuación:

El Artículo 5º menciona que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental:

- L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación

Con la presentación de la MIA del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., para su evaluación y dictamen, se atiende la obligación de presentar la solicitud de evaluación en la materia.

Artículo 29.- La realización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 5o. del presente reglamento requerirán la presentación de un informe preventivo, 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 las obras o actividades puedan producir;

Artículo 33.- La Secretaría analizará el informe preventivo y, en un plazo no mayor a veinte días, notificará al promovente:

- I. Que se encuentra en los supuestos previstos en el artículo 28 de este reglamento y que, por lo tanto, puede realizar la obra o actividad en los términos propuestos, o
- II. Que se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, en alguna de sus modalidades.

Existe una norma específica para la regulación de las actividades de exploración minera, que es la naturaleza de éste proyecto, cuyo estricto apego puede eximir la presentación de una MIA para su autorización de acuerdo al Artículo citado anteriormente. Sin embargo, el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. aun presentando un informe preventivo, no puede cumplir cabalmente con todas las disposiciones establecidas en la NOM-120-SEMARNAT-2011, razón por la cual se realizó directamente el estudio completo para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Al existir remoción de vegetación para caminos de exploración y planillas será necesario el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

El Artículo 44 declara que al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la SEMARNAT deberá considerar:

- I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación

En el Capítulo IV se identifica y analiza el Sistema Ambiental (SA) dentro del cual se ubica el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. Consecuentemente, se presenta la descripción de los distintos componentes que constituyen a los ecosistemas presentes en el SA, de forma tal que los resultados del Capítulo V (identificación de impactos ambientales) se sustentan en los posibles efectos a estos componentes (flora, fauna, hidrología, suelos...).

Con lo anterior, se proveen los elementos necesarios para que la autoridad evalúe el proyecto en términos de lo indicado en la fracción I del presente artículo. El análisis mostrado en esta MIA considera el enfoque ecosistémico que se deriva de la propia LGEEPA, razón por la cual, tal y como se concluye en el capítulo V, el proyecto no generará efectos graves o desequilibrios ecológicos o ecosistémicos.

- II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

En los Capítulos IV y V se presentan los elementos de análisis sobre la caracterización de los ecosistemas existentes en el SA, su estado de conservación y la valoración de los posibles impactos ambientales, concluyendo que la ejecución del proyecto no pone en riesgo el funcionamiento de los ecosistemas y en consecuencia no se afectará la integridad de los mismos, discusión que se aborda más ampliamente en el Capítulo V.



- III. En su caso, la SEMARNAT podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

En el Capítulo VI se presentan las propuestas de medidas y programas con los que se atenderán los impactos ambientales relevantes, aportando a la autoridad los elementos pertinentes para determinar la factibilidad del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., minimizando los efectos que se pudieran generar sobre el ambiente.

El Artículo 49 señala que las autorizaciones que expida la SEMARNAT sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas. Asimismo, los promoventes deberán dar aviso a la SEMARNAT del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad.

La elaboración de la presente MIA atiende a los criterios ambientales previstos en la legislación aplicable al caso, de forma tal que se presenta la información enfocada a los elementos ambientales del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Ley General de Vida Silvestre

Para la elaboración de la presente MIA se consideró que dentro del Sistema Ambiental (SA) delimitado para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., existen poblaciones de especies vegetales y animales silvestres, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la prevención, mitigación y compensación de los impactos que puedan generarse por el desarrollo de las actividades comprendidas en el proyecto, las cuales se especifican en el capítulo correspondiente, dando observancia a las siguientes disposiciones legales aplicables.

El Artículo 18 señala que los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

En el capítulo VI de esta MIA, se proponen medidas para garantizar una afectación mínima y no relevante a los individuos de fauna y vida silvestre.

El Artículo 58 corresponde a las especies y poblaciones en riesgo. Previo al inicio de los trabajos de barrenación del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. habrán de llevarse a cabo las tareas de protección de individuos de fauna.

El Artículo 99 señala que el aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la



continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats. En el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de fauna.

El Artículo 101 dice que los aprovechamientos no extractivos en actividades económicas deberán realizarse de conformidad con la zonificación y la capacidad de uso determinadas por la SEMARNAT, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, o en su defecto de acuerdo con el plan de manejo que apruebe la SEMARNAT. En el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no se realizará ningún tipo de aprovechamiento.

El Artículo 106 aclara que, sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República Mexicana en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y su Reglamento.

El presente estudio, obedece de igual manera, al hecho de que existen especies y poblaciones comprendidas dentro del área del proyecto, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la mitigación de los impactos que puedan ocasionar las actividades comprendidas en el proyecto, las cuales se especifican en el capítulo VI.

Resulta relevante señalar que el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se ajusta a los objetivos de la Ley General de Vida Silvestre, en cuanto a que, si bien es posible que se presente afectación a individuos de especies silvestres, está se limita a individuos y en ningún momento se pone en riesgo poblaciones o especies mismas, considerando para tal hecho, que los rangos de distribución de las especies identificadas son mayores al predio y al mismo SA. Adicionalmente, se proponen medidas específicas para evitar o minimizar las afectaciones a individuos.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Debido a la presencia de recursos forestales en la zona, el proyecto deberá sujetarse al cumplimiento de lo señalado en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que menciona que la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, con base en los Estudios Técnicos Justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

El Artículo 118 hace mención de que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.

Paralelamente a la presentación de la MIA ante la Delegación de la SEMARNAT, se entregará el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (ETJ CUSTF), a efecto de sustentar la viabilidad ambiental del proyecto mediante el uso más conveniente en términos



productivos que se dará al suelo con el desarrollo del proyecto. Así mismo, se tomará en cuenta lo relativo al depósito para la compensación de áreas afectadas.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable menciona en el Artículo 120, que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la SEMARNAT y que junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico Justificativo, a lo cual se sujeta el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Ley de Aguas Nacionales

El proyecto no comprende ningún aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. Es aplicable al presente proyecto el Título Séptimo, Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I, Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de implementar las siguientes medidas prioritarias:

- a) Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- b) Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales

Otros Artículos aplicables al proyecto en relación con la Ley de Aguas Nacionales (LAN) se describen a continuación:

De conformidad con las fracciones VI y VII de su artículo 7, es preponderante que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

Como parte del contenido de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se presenta información que evidencia que el proyecto garantiza la integralidad del medio hídrico de la zona.

En el Artículo 86 bis 2 se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o



residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Como se describe en el Capítulo V, el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no impactará a la hidrología subterránea ni superficial de la zona.

El Artículo 96 bis 1 menciona que las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por la Autoridad competente. La Comisión Nacional del Agua, con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental a cuerpos de agua de propiedad nacional causado por extracciones o descargas de agua, en los términos de esta Ley y sus Reglamentos.

Minera Fresnillo S.A. de C.V., cumplirá con las medidas de seguridad ambiental en la operación del proyecto que eviten derrames accidentales que puedan contaminar potencialmente cuerpos de agua en la región.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Durante el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se generarán diversos tipos de residuos, que pueden ir desde residuos orgánicos, residuos de combustión, residuos peligrosos, entre otros; por lo que se debe de tener conocimiento de cómo será el manejo para cada uno de ellos, aun cuando sean en cantidades mínimas, para evitar el desecho inadecuado de los mismos hacia el suelo o los cuerpos de agua.

Los Artículos aplicables al proyecto en relación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) se describen a continuación:

El Artículo 21 especifica que con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

- I. La forma de manejo
- II. La cantidad
- III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos
- IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento
- V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación
- VI. La duración e intensidad de la exposición



VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

El manejo y disposición de los desechos generados en el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. deberán ser manejados por empresas que estén debidamente autorizadas por la SEMARNAT, para garantizar el cumplimiento de las disposiciones normativas.

Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Del Reglamento de la LGPGIR, estos son los artículos que se deberán atender durante el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;
- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;
- VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

- III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:
- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
 - b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
 - c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
 - d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Tanto Minera Fresnillo S.A. de C.V., como las empresas contratistas encargadas de la barrenación, deberán ajustarse a sus obligaciones como generadores de residuos peligrosos. Los almacenes temporales para estos residuos de cada empresa, cumplen con las especificaciones básicas.

Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

Esta Reglamento tiene por objeto la regulación de la emisión contaminante de ruido proveniente de fuentes artificiales, y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982. Si bien la aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Salud, se debe tomar como referencia para la emisión de ruido generado durante el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

El Artículo 11 señala que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

El grado de molestia producido por la emisión de ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert modificada de 7 grados. Este grado de molesta será evaluado en un inverso estadístico representativo conforme a las normas correspondientes

Artículo 29.- Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

Peso Bruto vehicular	Hasta 3,000 Kg.	Más de 3,000 Kg. y hasta 10,000 Kg.	Más de 10,000 Kg.
Nivel Máximo Permisible dB (A)	79	81	84



Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámico de conformidad con la norma correspondiente.

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. pretende la exploración de minerales reservados a la Federación. Al respecto, la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas, publicada el 31 de marzo del 2007 en el Periódico Oficial del estado, declara que:

Artículo 58.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual el Instituto, con la intervención de los Ayuntamientos correspondientes, establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones previstos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental del Instituto:

- III. Exploración, extracción y procesamiento de minerales o sustancias que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras y que no estén reservados a la Federación;

Expuesto lo anterior, se hace evidente que no compete a la autoridad estatal la autorización ambiental del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Sin embargo, y como referencia, el Artículo 59 señala que el Instituto vigilará que las actividades relacionadas con la extracción de minerales se lleven a cabo sin causar daños al equilibrio ecológico y al medio ambiente procurando que el aprovechamiento sea racional; se eviten daños o afectaciones al bienestar o al patrimonio de las personas; se eviten daños o afectaciones a los suelos, flora y fauna silvestre; se eviten graves alteraciones topográficas, o se evite la contaminación de las aguas que en su caso sean utilizadas, así como de la atmósfera. El proyecto contempla medidas de prevención y mitigación para evitar que estas alteraciones sean significativas.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

El Instituto Nacional de Ecología, por conducto de su Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental como resultado de la aplicación del proceso de evaluación de impacto ambiental ha determinado que algunas actividades de competencia federal en la materia pueden regularse mediante una Norma Oficial Mexicana. Por tal razón, para las actividades de exploración minera directa existe la NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental a las que deben sujetarse los proyectos de esta naturaleza, exceptuando los de exploración por minerales radiactivos y los que pretendan ubicarse en áreas naturales protegidas y en sitios bajo alguna categoría de conservación, derivados de instrumentos internacionales de los cuales México forme parte; y cuando los proyectos se lleven a cabo 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.

La presentación de un informe preventivo y el cabal cumplimiento a las especificaciones establecidas en la NOM-120-SEMARNAT-2011, podría eximir a la promovente de presentar una MIA para la autorización del proyecto; sin embargo, de antemano se sabe que las características del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no podrán ajustarse a dichas especificaciones por lo que directamente se solicita autorización mediante la figura de la MIA. Aun con ello, la NOM-120-SEMARNAT-2011 deberá ser la principal referencia para las actividades del proyecto, pues ajustarse al máximo posible a sus lineamientos, implica un menor impacto al medio ambiente ya que ese es el objetivo de la norma.

La NOM-120-SEMARNAT-2011 es una actualización de la NOM-120-SEMARNAT-1997 que recientemente entró en vigor el 12 de mayo de 2012, 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Incluye especificaciones generales; especificaciones particulares y dimensiones permitidas para barrenos, caminos de acceso, campamentos, patios de maniobras, planillas de barrenación, pozos, socavones y zanjas; y establece el límite máximo de afectación por hectárea declarando lo siguiente: “Las especificaciones de los trabajos de campo mencionados anteriormente, se determinan con base en las condiciones geológicas y fisiográficas del proyecto, no siendo siempre necesaria la ejecución de toda la gama de trabajos descritos, por lo que el porcentaje de afectación máximo permisible por hectárea de la superficie del sitio del proyecto definida en esta Norma, no deberá rebasar el 25% (veinticinco por ciento), sin considerar la superficie que ocupen actividades que se lleven a cabo en áreas afectadas por trabajos ajenos a la minería.”

De las modificaciones realizadas a la Norma previa (publicación 1998, actualización 2004), destaca la realización y ejecución de un Programa de Supervisión; un Programa de Restauración de los sitios afectados por las actividades realizadas, excepto aquéllos ocupados por obras que tendrán uso futuro, debidamente justificado, en cuyo caso como medida de compensación se deberá restaurar alguna área vecina; un proyecto de conservación y recuperación que defina y señale las zonas en que se mantendrán las especies con alguna categoría de riesgo endémicas y de difícil regeneración; y la presentación a la SEMARNAT de un reporte en el que se manifiesten las condiciones finales del sitio, la ubicación de un plano topográfico de las zonas reforestadas, superficies, listado de especies empleadas y actividades de seguimiento de las plantaciones. De haber realizado actividades de traslado de fauna o rescate de individuos de vegetales se deberán indicar las acciones realizadas tendientes a garantizar su supervivencia y los resultados obtenidos. Dicho reporte se deberá acompañar por un anexo fotográfico. Además se ha incluido un procedimiento para la Evaluación de la Conformidad, que se podrá realizar por la PROFEPA o por las Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas en los términos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

A continuación se presentan otras Normas Oficiales Mexicanas aplicables al desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

Tabla III.3. Normatividad Ambiental aplicable

Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-1993	Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	El adecuado manejo y disposición de residuos no peligrosos y residuos peligrosos diversos, deberá ser vigilado principalmente durante las actividades de operación temporal del proyecto
Contaminación Atmosférica	NOM-041-SEMARNAT-1999	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a la maquinaria y vehículos que transiten por el sitio, se deberá cumplir con los niveles establecidos
	NOM-045-SEMARNAT-1996	Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible	Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a la maquinaria, se cumplirá con los niveles establecidos
	NOM-077-SEMARNAT-1995	Opacidad de humo de vehículos en circulación que usan diesel	Los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, deberán ajustarse a un sistema de monitoreo y adecuado mantenimiento
	NOM-025-SSA1-1993	Que establece los valores de concentración máxima de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros PM2.5 en el aire ambiente; para protección a la salud de la población.	Esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud, pero es de referencia para el control de las emisiones de polvos fugitivos emitidos durante la ejecución del proyecto.
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo en caso de ser necesario el personal utilizará el equipo de protección personal
Biodiversidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres -	Se tomarán medidas de prevención y programas que se aplicarán para evitar afectaciones a las especies con alguna

Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
		Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo	categoría en esta norma, mismas que se detallan en el Capítulo VI del presente documento.
Suelo	NOM-138-SEMARNAT/S-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Se tomarán las medidas necesarias para prevenir derrames de hidrocarburos y con base en la norma se elaborará y seguirá un proceso de remediación de suelos en caso de existir uno que provoque exceder los límites permisibles, para así evitar poner en peligro la integridad del ecosistema

III.5 Áreas Naturales Protegidas

Dentro del Sistema Ambiental no se presentan zonas de conservación de recursos de tipo federal, estatal o municipal. No existen Áreas Naturales Protegida (ANP) federales ni estatales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), ni Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) a menos de 50 km de distancia del área del proyecto, por lo que no se prevé que haya interacción alguna con estas áreas.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

Para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se delimitó un área de estudio correspondiente a un Sistema Ambiental (shrSA), definido a partir de criterios hidrológicos. La unidad en la que se basó la delimitación del área de estudio fue la nanocuenca. Las obras del proyecto se encuentran dentro de 14 nanocuecas, sin embargo para la conformación del SA, se consideraron los centros urbanos, en este caso la ciudad de Fresnillo, la cual se encuentra directamente relacionado con el proyecto y por ende se amplió el número de nanocuecas a 43. Otro dato importante para la delimitación relacionado con la nanocuecas, fue que 2 de las 14 nanocuecas de incidencia directa al proyecto fueron recortadas, por considerarse que abarcaban mayor superficie, la cual no se verá afectada por el proyecto, además de la topografía, que son planicies con muy poca pendiente.

El SA considera también, otros elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el proyecto y los componentes ambientales del entorno. Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana.

El SA se delimitó con un polígono que incluye la mancha urbana de la ciudad de Fresnillo, así como la zona de influencia ambiental del proyecto. Los componentes ambientales del medio físico y biótico que se consideraron para definir el SA son los siguientes:

- *Nanocuecas de aporte directo:* Representan a las subunidades de captura y contribución hidrológica, dentro de una microcuenca y de influencia directa hacia cualquier área del proyecto. Para la determinación del área de influencia, se analizó el régimen hidrológico que comprende el entorno sub-regional, elaborando un modelo de hidrología superficial, que comprende la suma o aglomeración de las subunidades hidrológicas que abarcan los criterios previamente establecidos. El SA incluye 43 nanocuecas de captura y recarga de dimensiones variables, desde los parte aguas superiores hasta los sitios de aforo en común aguas abajo (convergencia hidrológica), cuyos límites se determinaron con el Modelo de Digital de Elevación escala 1:50,000 del INEGI. Se debe acotar que debido a la topografía (pendientes muy suaves) predominante, dentro del área de estudio, algunas de las nanocuecas, sobre las que se localizarán barrenos son muy alargadas y se extienden más allá de una zona que es poco probable que se vea impactada por el desarrollo del proyecto, es así que fueron recortadas dando la forma final al Sistema Ambiental (área de estudio). Las cuencas que fueron recortadas para formar finalmente el área de estudio traspasan los límites Sur y Este del ya afinado SA. Lo anterior se basó en el análisis de un equipo de profesionales quien además desarrollo el presente estudio
- *Cauces intermitentes:* Se elaboró un modelo de hidrología superficial en la región, para identificar los cauces o cuerpos de agua que se encuentran en la zona del proyecto.

- *Zonas naturales, zonas urbanas y de uso minero:* Tomando como base las nanocuenas de aporte directo, el polígono del área de estudio se modificó extendiendo el límite Noreste, donde se encuentra la mancha urbana de Fresnillo, ya que las actividades del proyecto tendrán interacción directa con los aspectos socioeconómicos de esta zona. El SA también abarca otras comunidades, entorno a los sitios seleccionados para las obras de barrenación; además de tiros y plantas de beneficio de varias industrias mineras que laboran en la región.
- *Topografía:* La cuenca hidrográfica está relacionada directamente con la geomorfología, ya que la topografía de la zona delimita la cuenca y a su vez los escurrimientos que forman el ciclo hidrológico local y regional.
- *Componentes físicos y bióticos:* El clima y la geomorfología de las cuencas hidrográficas y su interacción con la geología permiten la creación de suelos, los cuales favorecen las condiciones propicias para el desarrollo de las comunidades vegetales que funcionan como soporte para la fauna. De esta forma las subunidades de aporte hidrológico son directamente relativas a las características representativas del medio físico y biótico.

En la Figura IV.1 y el Anexo IV.1, se presentan la delimitación del Sistema Ambiental con respecto a los criterios ambientales considerados para su definición.



Figura IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) *Atmósfera*

En general, el análisis de atmósfera, se basa en información de fuentes oficiales (CONABIO, INEGI, etc.). Cuando esto no fue posible se utilizaron los datos de diferentes estaciones meteorológicas distribuidas dentro y fuera del SA, con ellos se modeló la temperatura y precipitación. La localización de las estaciones meteorológicas, utilizadas para complementar la información en este apartado se encuentra en el plano dentro del Anexo IV.2, localización de estaciones meteorológicas en la región.

Enseguida se presenta la relación de las estaciones meteorológicas que fueron utilizadas para complementar el análisis de las condiciones atmosféricas dentro del SA.

Tabla IV.1. Estaciones meteorológicas y su ubicación

No.	Estación meteorológica	Municipio	Coordenadas WGS84		Altitud (m.s.n. m.)
			Longitud	Latitud	
1	Chichimequillas	Fresnillo	102°34'28"	23°14'28"	2060
2	El Sauz	Fresnillo	103°14'00"	23°11'00"	2050
3	Fresnillo	Fresnillo	102°56'26"	23°10'22"	2195
4	Fresnillo	Fresnillo	102°51'99"	23°51'99"	2170
5	San Antonio del Ciprés	Pánuco	102°29'14"	22°56'08"	2145
6	Santa Rosa	Fresnillo	103°07'00"	22°56'00"	2150

Es importante mencionar que la cuarta estación meteorológica enlistada en la Tabla IV.1, a diferencia del resto, no está monitoreada por el SMN, sin embargo es una estación con datos que la CONABIO reporta en sus vectores, dentro de los Sistemas de Información Geográfica.

Clima

El clima abarca, entre otros, los valores meteorológicos sobre temperatura, precipitación, etc. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros meteorológicos.

Según información de la CONABIO, dentro del SA delimitado exclusivamente para el proyecto, se identifica un tipo de clima clasificado como Semiárido templado, su clave es BS1kw y según la información del INEGI en su temática de clima, basada en la clasificación climática de Köppen modificada para México por Enriqueta García en 1988, este es un tipo de clima con una temperatura media anual mayor entre 12 y 18°C, la temperatura del mes más frío desde -3 hasta 18°C y la del mes más caliente es menor de 22°C, con una oscilación anual de temperatura de 9.5 a 24.6 °C.

Lo anterior se aprecia en la Figura IV.2, y el Anexo IV.3, donde se observa que dentro del Sistema Ambiental solo se distribuye un el tipo de clima Semiárido templado.

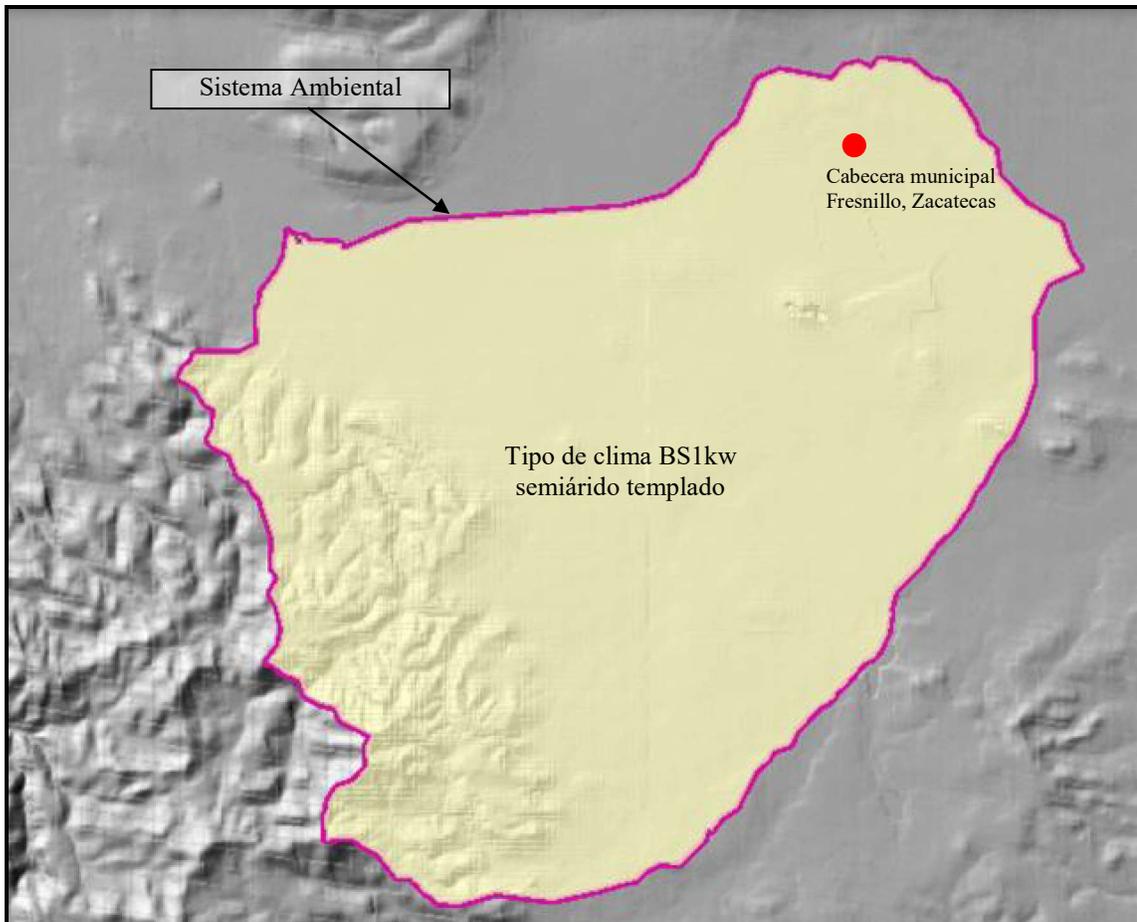


Figura IV.2. Tipo de clima dentro del Sistema Ambiental según CONABIO

Temperatura

Para la descripción de la temperatura no fue posible basarse en información de la CONABIO e INEGI, dado que carecen de esta información, al menos dentro del área de estudio. La descripción del clima se basa entonces en los datos recogidos por las 6 estaciones meteorológicas enlistadas al inicio del apartado de climatología, en la Tabla IV.1. Se debe recordar que la información de las estaciones va del año 1971 y abarca datos hasta el año 2000.

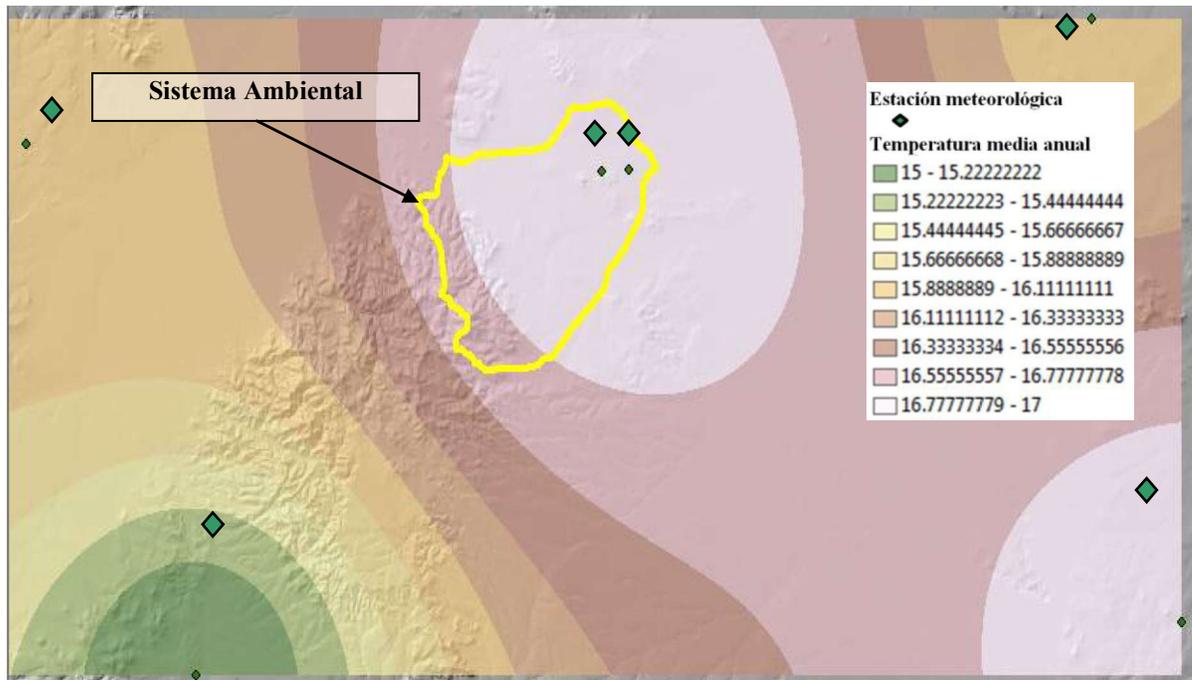


Figura IV.3. Temperatura media anual dentro del Sistema Ambiental (Basado en el análisis de datos de 6 estaciones meteorológicas)

Como se observa en la Figura IV.3, dentro del área de estudio se presentan dos rangos de temperatura. El rango de temperatura dominante se presenta en toda la porción Centro y Noreste del Sistema Ambiental y va de los 16.7 a los 17°C. La isolínea de ese rango de temperatura llega casi al extremo Suroeste del SA y es ahí donde cambia. En la porción del extremo Suroeste se presenta un rango de temperatura que va de los 16.5 a los 16.7°C, temperatura más fría que el resto del SA, esto atiende a que en el Extremo Suroeste se yergue la Sierra de Fresnillo.

Con la misma metodología se realizaron modelos climáticos que muestran el comportamiento regional de los patrones climáticos. De acuerdo a las isolíneas modeladas se obtuvo la siguiente información:

- El proyecto se ubica sobre una isoterma máxima anual de 22.0 a 24.7°C (Anexo IV.4, Modelo de climas, temperatura máxima).
- El proyecto se ubica sobre una isoterma media anual de 16.5 a 17°C (Anexo IV.5, Modelo de climas, temperatura media).
- El proyecto se ubica sobre una isoterma mínima anual de 8.6 a 9.9°C (Anexo IV.6, Modelo de climas, temperatura mínima).

Precipitación

Para la descripción de las condiciones de precipitación dentro del SA se utilizó información de la CONABIO y además se analizaron los datos de las 6 estaciones meteorológicas, cargados en el Sistema de Información Geográfica para generar modelos.

Con base en los datos que ofrece la CONABIO, se obtiene que dentro del Sistema Ambiental se registran dos diferentes rangos de precipitación media anual, el primero va de los 125 mm hasta los 400 mm y se presenta en el extremo Noreste del SA, mientras que el segundo es el más predominante y va de los 400 a los 600mm. Lo anterior se aprecia claramente en la Figura IV.4.

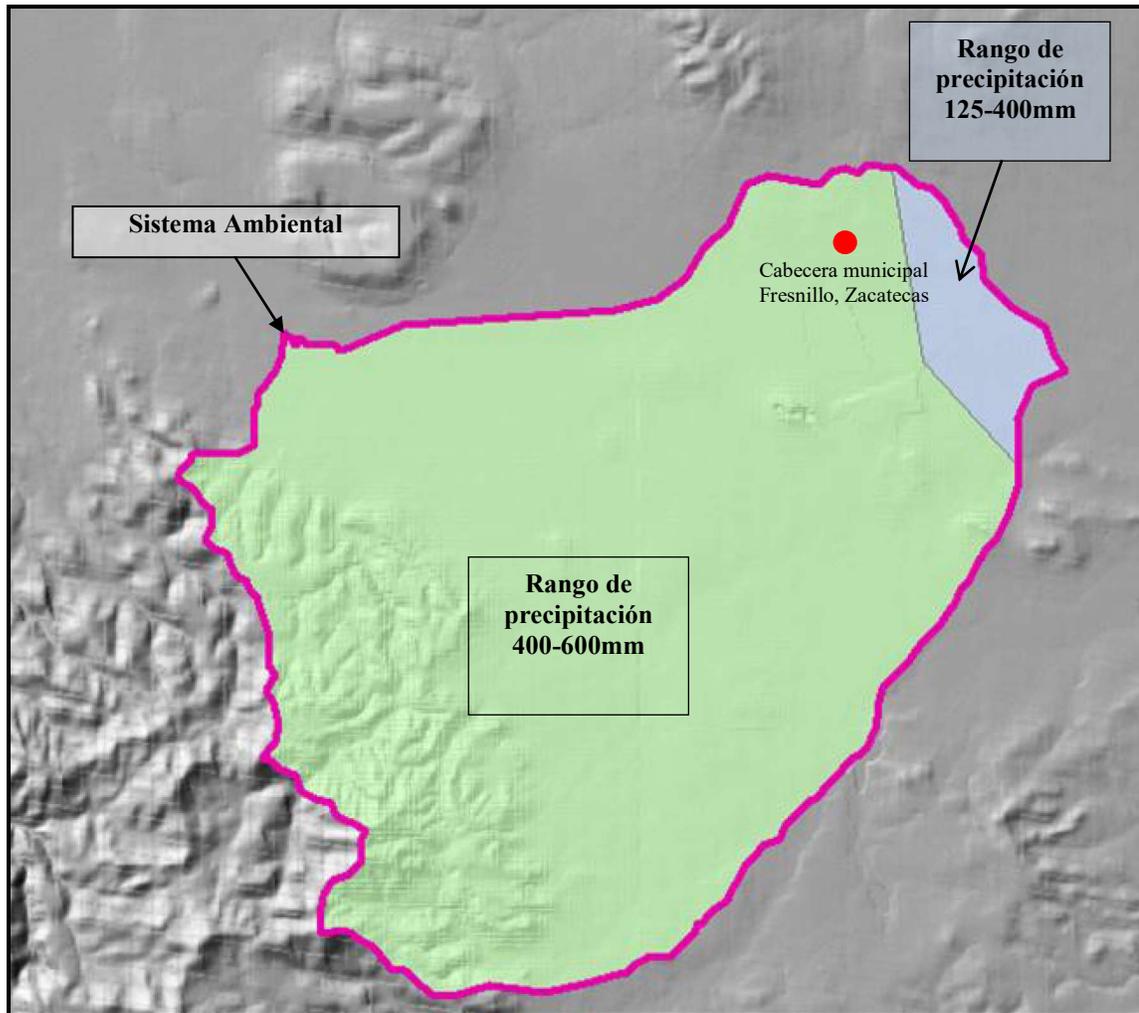


Figura IV.4. Rangos de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO

A diferencia de lo expuesto por la CONABIO, donde se identifican dos rangos de precipitación, dentro del modelo generado a partir de la información de 6 estaciones meteorológicas con captura de datos desde 1971 al año 2000, se observa que dentro del SA se registra un solo rango de precipitación (427 mm – 438 mm) el cual extiende su isolínea a más de 5 kilómetros del extremo Este del área de estudio

El modelo resultante de la utilización de los datos de precipitación de las 6 estaciones meteorológicas se presenta a continuación, en la Figura IV.5.

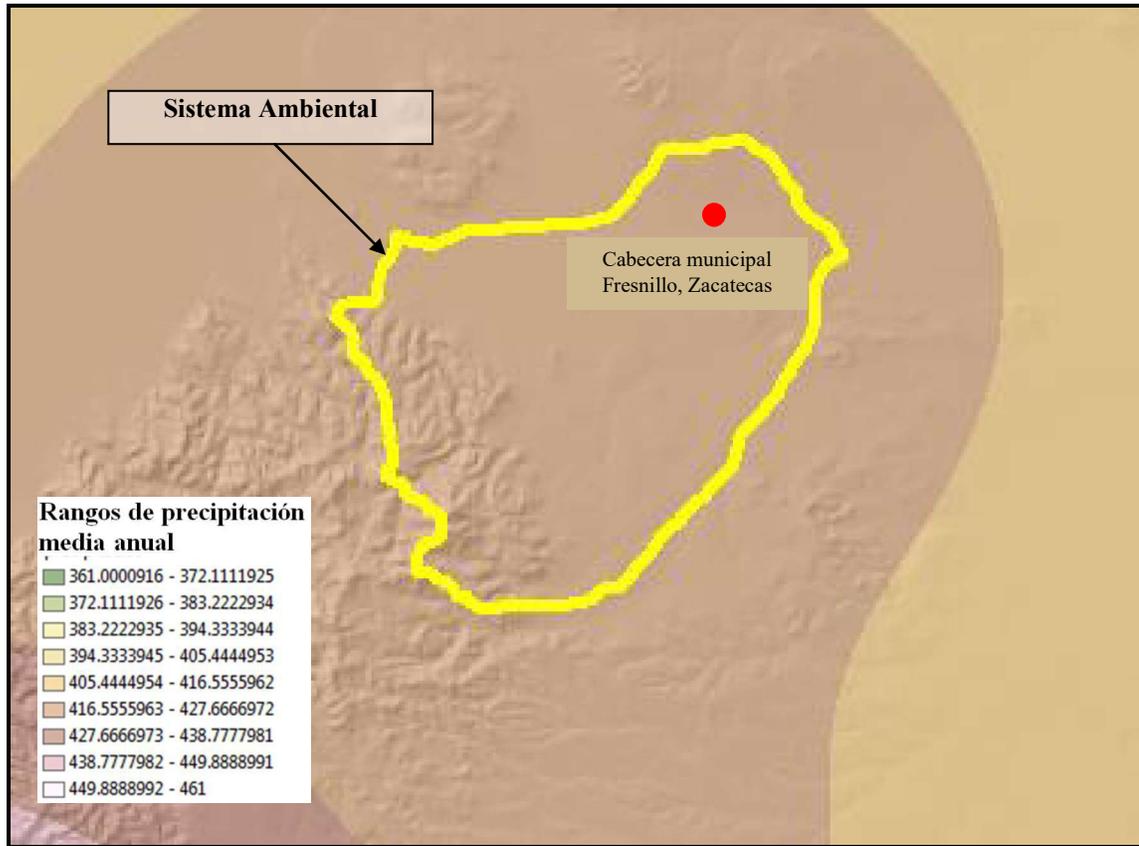


Figura IV.5. Rangos de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental (Basado en el análisis de datos de 6 estaciones meteorológicas)

Enseguida se presentan los datos a partir de los cuales se generó la Figura IV.5. Es importante señalar que los datos de la estación Fresnillo que no es monitoreada por el SMN, no presentan datos mensuales, y solo se presentarán los del resto de estaciones (5 estaciones).

Tabla IV.2. Datos de precipitación mensual promedio de las estaciones meteorológicas seleccionadas

Estación Meteorológica	Precipitación mensual promedio (mm)												Precipitación total anual promedio (mm)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Chichimequillas	21	4.5	1.9	4.6	14.5	57.0	89.4	61.1	58.2	29.4	10.6	9.0	361.2
El Sauz	19.2	5.2	2.0	1.8	12.8	61.2	99.0	93.3	63.9	30.4	10.9	12.4	412.1
Fresnillo	15.6	5.2	1.2	3.4	17.4	74.5	87.0	96.5	60.6	32.9	12.4	12.3	419.0
San Antonio	14.6	2.8	2.0	3.9	19.6	67.5	81.4	74.5	72.6	29.8	11.2	12.5	392.4
Santa Rosa	22.5	6.9	1.0	3.0	14.4	64.1	116.1	103.8	69.7	31.5	12.3	15.2	460.5

Enseguida se presenta la Figura IV.6, con los datos de precipitación media mensual de la tabla anterior proyectados para su apreciación gráfica.

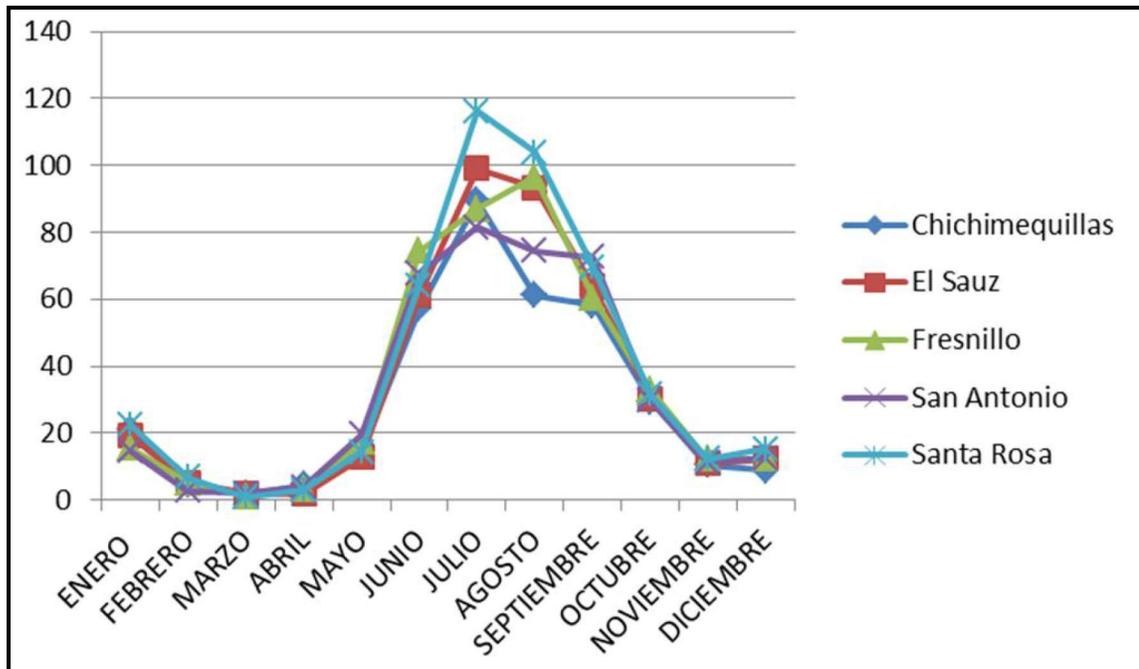


Figura IV.6. Datos de precipitación media mensual obtenidos de 5 estaciones meteorológicas

Como se observa en la Figura IV.6 y el Anexo IV.7, el pico de precipitación promedio es entre los meses de Julio y Agosto; ello deberá ser considerado durante los trabajos de exploración y además también en los trabajos de reforestación y reconstitución de áreas afectadas.

Comparando la Figura IV.4 y la Figura IV.5, se observa que existen diferencias en la cantidad promedio de lluvia que precipita dentro de SA a lo largo del año.

De lo anterior se infiere que el modelo de la Figura IV.5 otorga datos mucho más exactos al contemplar diferentes estaciones meteorológicas acotando un área de estudio, por tanto es de esperarse que dentro del SA existan precipitaciones medias anuales que se encuentren en el rango de los 400 y 500 mm.

Escurrimiento

Basados en información de la CONABIO se elaboró la Figura IV.7; en ella se expone el escurrimiento medio anual dentro del área de estudio.

Se observa que dentro del SA existen dos áreas con diferente valor de escurrimiento. En la porción Este se presenta un escurrimiento menor a 0 mm, lo que sugiere que esa porción del área de estudio se localiza en tierras planas, donde los porcentajes de pendiente son menores a 1%, mientras que en la porción Oeste el escurrimiento se calcula de 0 a 10 mm, esto es debido a que la porción occidental del SA se localiza dentro de parte de la Sierra de Fresnillo, lo que eventualmente provoca escurrimientos en las temporadas de lluvias (pendientes con rumbo Este).

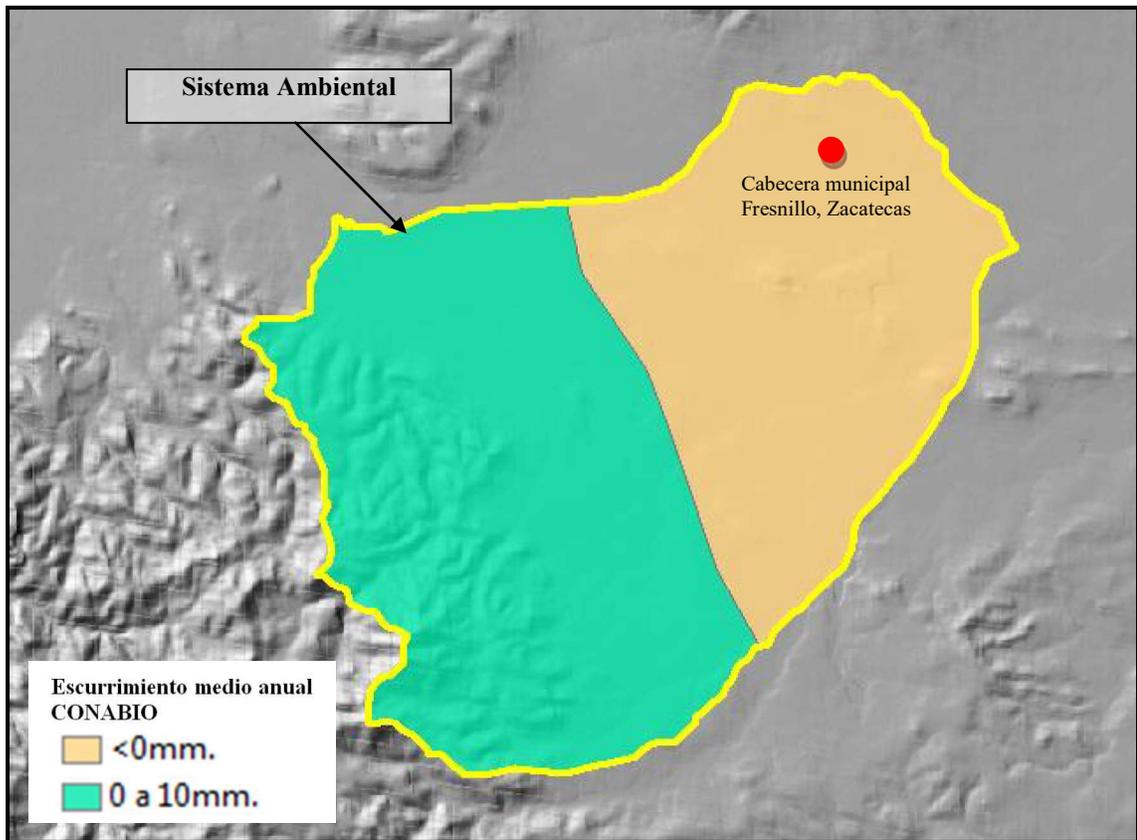


Figura IV.7. Escorrentamiento medio anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO

Evapotranspiración

Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

La evapotranspiración constituye un importante componente del ciclo y balance del agua. Se estima que un 70% del total de agua recibida por una zona (precipitación) es devuelto a la atmósfera a través del proceso, mientras que el 30% restante constituye la escorrentía superficial y subterránea. El conocimiento de las pérdidas de agua mediante el proceso permite tener un acercamiento a las disponibilidades del recurso y consecuentemente puede realizarse una mejor distribución y manejo del mismo.

En términos aplicados, quizás una de las más conocidas referencias al fenómeno de evapotranspiración venga de la climatología y de la consideración y utilidad de la evapotranspiración como un indicador de aridez de las distintas zonas, basado en un largo registro de observaciones de distintos elementos climáticos en un número suficiente de años.

Dentro del SA existen dos rangos de evapotranspiración, la isolínea que delimita estos dos rangos atraviesa el Sistema Ambiental en su parte media.

En la porción Noreste del SA se presenta una evapotranspiración que va de los 300 a los 400 mm mientras que en la porción Suroeste los rangos son mayores y van de los 400 a los 500 mm, esto se observa de manera grafica en la Figura IV.8.

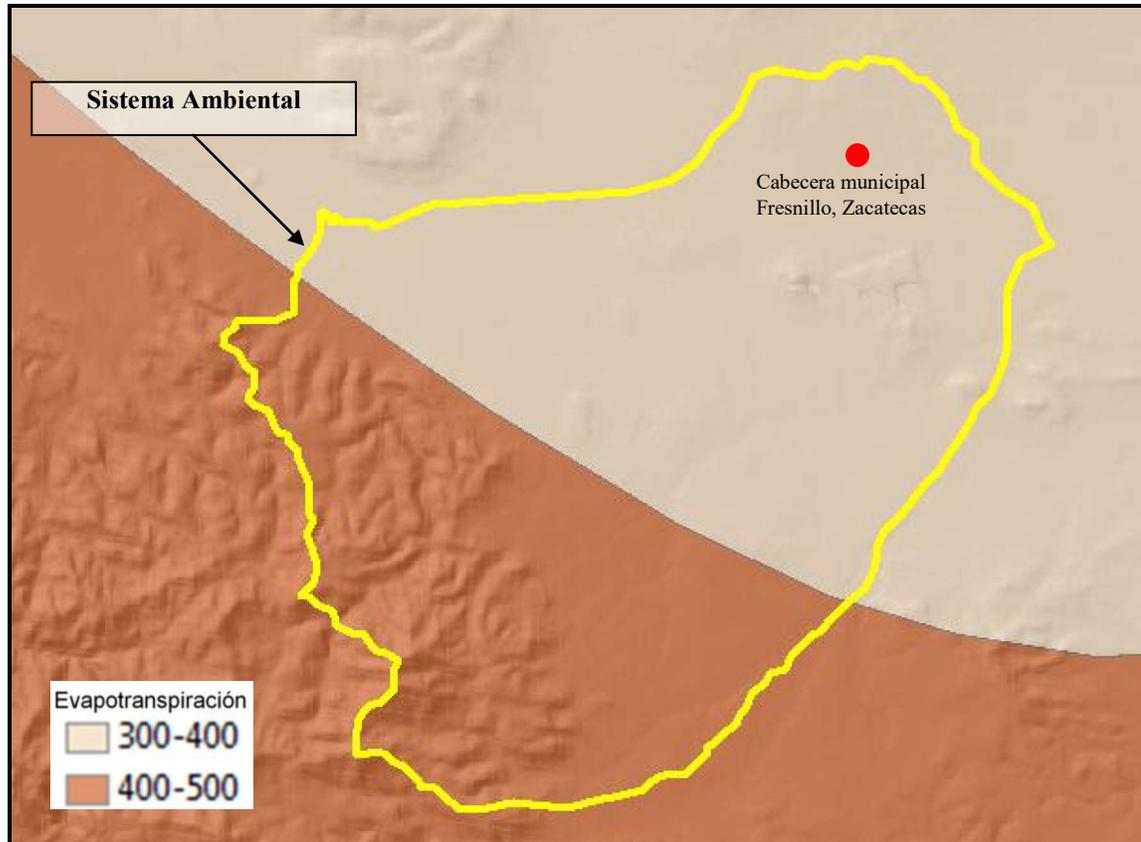


Figura IV.8. Evapotranspiración media anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO

Fenómenos meteorológicos

Para el análisis de los fenómenos meteorológicos que han acontecido dentro del área de estudio, se utilizó el registro de la estación meteorológica Fresnillo (datos de 1971-2000), localizada al extremo Noreste del Sistema Ambiental.

Enseguida se presentan los datos obtenidos en la estación Fresnillo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Tabla IV.3. Fenómenos meteorológicos dentro del SA

Estación	Días por año			
	Lluvia	Neblina	Granizo	Tormenta eléctrica
Fresnillo	59.3	3.8	0.0	1.3

Según el registro de la estación meteorológica Fresnillo, al año acontecen en promedio 59.3 días con lluvia, 3.8 días con neblina y 1.3 días con tormentas eléctricas. No se registran días con granizo.

No existe una relación lineal entre la presencia de tormentas eléctricas y la incidencia de lluvia y niebla, es más bien un comportamiento multivariable relacionado con la localización geográfica.

b) Geología y geomorfología

Provincias fisiográficas

Con base en la clasificación propuesta por el INEGI, el Estado de Zacatecas se encuentra incluido en cuatro provincias fisiográficas, la Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico. En específico, el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto se ubica dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro, casi en los límites con la Sierra Madre Occidental, esto se observa en la Figura IV.9.



Figura IV.9. Sistema Ambiental dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro según INEGI

Nota: El círculo color violeta representa la ubicación del SA dentro de la provincia fisiográfica, sin embargo este no denota ni la forma ni sus dimensiones, esta figura es meramente ilustrativa.

La Mesa del Centro es una provincia fisiográfica que colinda al Norte y Oriente con la Sierra Madre Oriental, al Oeste con la Sierra Madre occidental y al Sur con el Eje Neovolcánico; cubre parte de los estados de Durango, Zacatecas (área de estudio), San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato. La caracterizan amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría de naturaleza volcánica. En ella predominan los climas semiseco y templado; la humedad aumenta de Norte a Sur y del Centro hacia los extremos Oriental y Occidental de la provincia; La Mesa Central abarca sectores de varias cuencas hidrológicas: Las cuencas cerradas áridas del Norte, la del Río Aguanaval, la



parte media de la del Nazas, la del Grande de Santiago (ríos Juchipila, Verde, de Lagos y los afluentes más orientales de este sistema) y los afluentes del Lerma, como el Lajas que desciende de la Sierra de Guanajuato.

Entre las sierras dispersas dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro se debe mencionar la sierra de Fresnillo, la cual es tocada en una pequeña porción por el área de estudio (extremo Suroeste) delimitada para el proyecto, y que es la única porción en estado natural dentro del SA, pues el resto se encuentra en buena medida modificado por el crecimiento de la mancha urbana, la agricultura y la minería.

La Mesa Central penetra al Estado de Jalisco por el Noroeste; ocupa el 3.44% de la superficie total estatal y en ella se presentan parte de tres subdivisiones de la provincia que corresponden a la subprovincia Llanos de Ojuelos y las discontinuidades fisiográficas Sierra de la Cuatralba y Valles Paralelos del Suroeste de la Sierra de Guanajuato. Estas subdivisiones de la provincia poseen patrones característicos de topografía y morfología; presencia y distribución de suelos y vegetación diferentes, por lo que la descripción de suelos, vegetación, posibilidades de uso agrícola, ganadero y forestal, y el estado actual de las formas de producción agrícola, se encuentra referida por regiones.

Se encuentra a unos 2,000 m.s.n.m., y como se mencionó anteriormente que es localizada entre las dos grandes sierras de México, la Oriental y la Occidental, a las que tectónicamente pertenece la mitad Norte a la primera y la mitad Sur a la última. De San Luis Potosí al Norte está constituida por sierras de calizas del mesozoico que se elevan en los extensos valles aluviales, en tanto que la parte Sur es moderadamente montañosa y predominan en las riolitas que cubren andesitas y otras rocas ígneas (Álvarez Jr., 1961).

Otra clasificación de la fisiografía es propuesta por la CONABIO, que indica que el Sistema Ambiental se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas. Esta provincia es considerada por el INEGI como una subprovincia, lo que muestra disimilitudes entre las delimitaciones de cada una de los organismos citados.

El extremo occidental de la subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas (INEGI) ocupa 9,978.61 km² (13.03%) del territorio de Zacatecas. En la misma zona, un gran llano aluvial situado a 2,000 m.s.n.m. que se extiende hacia el Norte, desde Fresnillo hasta Cañitas de Felipe Pescador y hacia el sureste, hasta Víctor Rosales.

Por último está, del lado Este del Estado, el extremo Occidental de la gran llanura rocosa zacatecana-potosina (a unos 2 000 m.s.n.m.), que tiene el grueso de su territorio en el Estado de San Luis Potosí. Su piso, es de caliche (horizonte petrocálcico). En esta gran llanura hay sierritas dispersas y franjas delgadas, alargadas y bajas llamadas "bajíos".

Geología

En Zacatecas existen rocas de todos los tipos fundamentales; ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación abarcan desde el Triásico hasta el Reciente. Las más antiguas son rocas metamórficas de bajo grado (filitas, pizarras y esquistos) sin embargo, las de mayor distribución territorial son las rocas ígneas del Terciario (andesitas, tobas, riolitas y basaltos) que afloran

en la mayor parte de la Sierra Madre Occidental y en algunas áreas de las otras provincias geológicas que abarcan el Estado. Las rocas sedimentarias, del Mesozoico, (Jurásico y Cretácico) forman estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales) que a su vez han sido dislocadas por fracturas y fallas de tamaño regional. Estas dislocaciones también afectan a los otros tipos de roca existentes en Zacatecas.

Las rocas ígneas cenozoicas se presentan con sus estructuras típicas, (aparatos volcánicos y coladas de lava) y en forma de cuerpos intrusivos que afectan a las rocas preexistentes. Estos cuerpos intrusivos han contribuido al fenómeno de mineralización de los diferentes distritos mineros de Zacatecas.

Enseguida se presenta la Figura IV.10, donde se observa la geología en el Estado de Zacatecas según información del INEGI.



Figura IV.10. Geología en el Estado de Zacatecas (INEGI)

Según lo muestra la Figura IV.10, la región donde se asienta el SA se localiza sobre áreas donde se presentan dos diferentes tipos de roca, de diferentes períodos y misma era. El primero se identifica por la presencia de suelo del Cuaternario (parte oriente del SA). En lo que respecta a la parte occidental se refiere a rocas sedimentarias del Terciario aunque es difícil determinar la dominancia del tipo de roca debido a que el color naranja no se puede diferenciar en el plano y la leyenda menciona dos tipos de roca en polígonos naranjas.

Como se mencionó en párrafos anteriores, el Estado de Zacatecas se encuentra incluido en cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Eje

Neovolcánico, como el SA es localizado en la segunda, se describen los aspectos geológicos de la provincia fisiográfica Mesa del Centro.

La Mesa del Centro cubre una gran porción del Centro del Estado de Zacatecas y está limitada al Noreste por los plegamientos de la Sierra Madre Oriental al Sur-Suroeste con la Sierra Madre Occidental.

En cuanto a su estratigrafía, los afloramientos más antiguos son de rocas metamórficas de bajo grado (pizarras, filitas y esquistos) del Triásico, que afloran al Norte y Oeste de la ciudad de Zacatecas, también en la zona de Villa Hidalgo, al Noroeste de Pinos. Del Cretácico existen rocas marinas clásticas (areniscas y lutitas), e intercalaciones de elásticas y químicas (calizas - lutitas), que forman pliegues más suaves que los de la Sierra Madre Oriental. En lo que se refiere a geología económica, en esta provincia tiene mucha importancia la actividad minera.

Según información (*shapes*) de INEGI, específicamente dentro del SA se distribuyen rocas ígneas extrusivas ácidas y lutitas-areniscas, además hay un área grande sin información disponible (no aplica), esto se observa en la Figura IV.11 y para un mejor detalle ver Anexo IV.8, donde se presenta la imagen a una mayor escala.

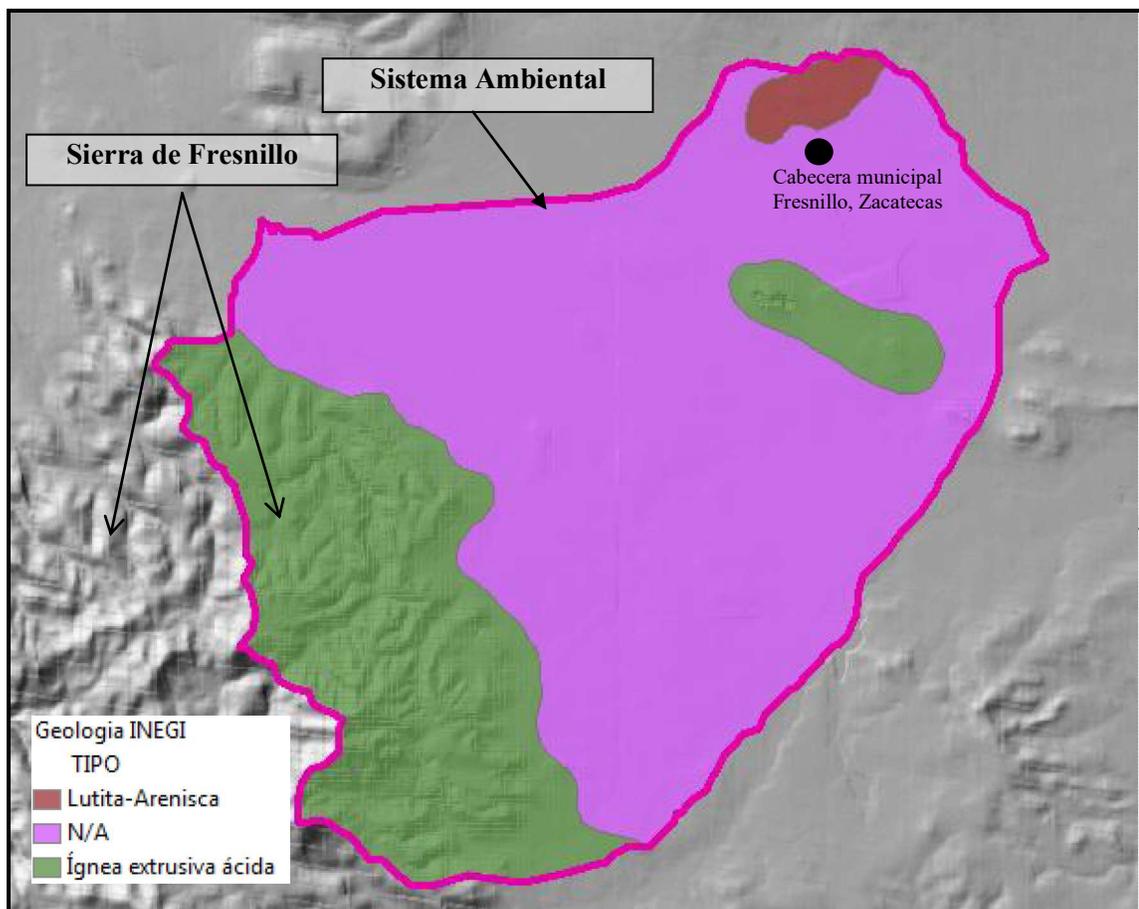


Figura IV.11. Geología dentro del SA según INEGI

Enseguida una descripción de los tipos de roca dentro del SA.



Roca ígnea extrusiva ácida. Es una roca que se presenta en la parte Sur y Oeste del SA y también en una pequeña porción al Noreste. Este tipo de roca se origina a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de Magma (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura). Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. cuando emerge a la superficie se conoce como lava. El termino extrusiva, es por su lugar de formación, y refiere a rocas formadas a partir de lava que sale a la superficie terrestre a través de fisuras o conductos (volcanes) para después enfriarse. Las rocas ígneas extrusivas se distinguen por presentar cristales que solo pueden ser observados por medio de una lupa. La condición de ácida se lo confiere su alto contenido de SiO_2 (más de un 65%).

Lutita. Esta es la roca con menos presencia dentro del SA, se le puede encontrar solo en una pequeña porción al extremo Noreste del SA. Es una roca sedimentaria detrítica, es decir, formada por detritos, que está integrada por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. En las lutitas negras el color se debe a la presencia de materia orgánica y, si la cantidad de ésta es muy elevada, se habla de "lutitas bituminosas", los colores gris, gris azulado, blanco y verde son característicos de un ambiente de depósito ligeramente reductor mientras que las coloraciones rojas y amarillas representan un ambiente oxidante. Es impermeable. Las lutitas son porosas, pero poco permeables, porque tienen poros muy pequeños que no están bien comunicados entre ellos. Son rocas madre del petróleo y por metamorfismo las lutitas dan lugar a pizarras, su diagénesis corresponde a los procesos de compactación y deshidratación.

Arenisca. Es una roca detrítica compuesta por partículas cuyo tamaño está comprendido entre 2 mm y 1/16 mm. Estas partículas son mayoritariamente minerales resistentes a la meteorización (cuarzo principalmente, micas, feldspatos y óxidos) y fragmentos de rocas. Cuando no están cementadas se denominan arenas. El conglomerado es un tipo de roca sedimentaria compuesta por cantos redondeados de tamaño superior a 2 mm (rudita), si los cantos son angulosos se denominan brechas. En estas rocas se pueden distinguir las siguientes partes: la trama, (cantos mayores de 2 mm) que forma el armazón; la matriz, (arenas y/o arcillas) que rellenan los huecos existentes entre los cantos de la trama y el cemento, que une los distintos fragmentos entre sí. Si los cantos no están cementados (ya sean angulosos o redondeados), se consideran sedimentos y son conocidos como gravas (ruditas no cementadas). Los cantos pueden proceder de la erosión de cualquier tipo de roca. Se dice que un conglomerado es poligénico, cuando los cantos proceden de la erosión de distintas rocas madres, como normalmente suele ocurrir, y monogénico, si todos proceden de la misma roca.

En lo que respecta a fracturas, se aprecia una que recorre una muy pequeña parte del SA en su porción Occidental; esta es una ruptura de la corteza terrestre en la que no ha habido desplazamiento entre los bloques. No representa ningún riesgo al proyecto pues se ubica fuera de las áreas donde se pretenden desarrollar las obras. Para una apreciación más gráfica, ver el Anexo IV.9 donde se presenta un plano con las fallas y fracturas dentro del SA.

Relieve

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Mesa del Centro, al Occidente y Suroccidente existen sierras, algunas son mesetas con una altitud máxima de 2,850 m.s.n.m. como el cerro La Aguililla.

En uno de los valles, existe el Cañón de Juchipila, con una altura mínima en el Estado de 1,000 m, en la parte central y al Nororiente se distribuyen una serie de elevaciones separadas por zonas de bajadas y llanuras, que en su mayoría están cubiertas de 50 centímetros a 1 metro de caliche o tepetate (capa terrestre de cal muy dura).

En la sierra El Astillero, ubicada en el Nororiente y conformada por rocas de origen sedimentario (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro) está la mayor elevación con una altitud de 3,200 m.s.n.m.; y en la ciudad de Zacatecas, con una altitud de 2,650 m.s.n.m. se encuentra el cerro de La Bufa. En la Tabla IV.4 se presentan las principales elevaciones en el Estado.

Tabla IV.4. Principales elevaciones del Estado de Zacatecas

Nombre	Altitud (m.s.n.m.)
Sierra el Astillero	3,200
Sierra de Sombrerete	3,100
Sierra fría	3,030
Cerro la Aguililla	2,850
Pico de Teyra	2,790
Cerro el Picacho	2,700
Sierra de Morones	2,660
Cerro los Amoles	2,650
Cerro las Pintas	2,390
Sierra el Hojasenal	2,230

En la siguiente figura se presenta el modelo digital de elevación (MDE) elaborado para el Sistema Ambiental, en él se distingue una elevación al Centro y Sur-Occidente de hasta 2,800 m, la cual corresponde a las elevaciones de la Sierra de Fresnillo. Al Centro y Noreste del SA se observan las zonas con menor elevación (2,150-2,300 m) y que es donde se localiza la ciudad de Fresnillo. Todos estos rasgos son apreciados claramente en la Figura IV.12. Para un mejor detalle del modelo digital de elevación consultar el Anexo IV.10.

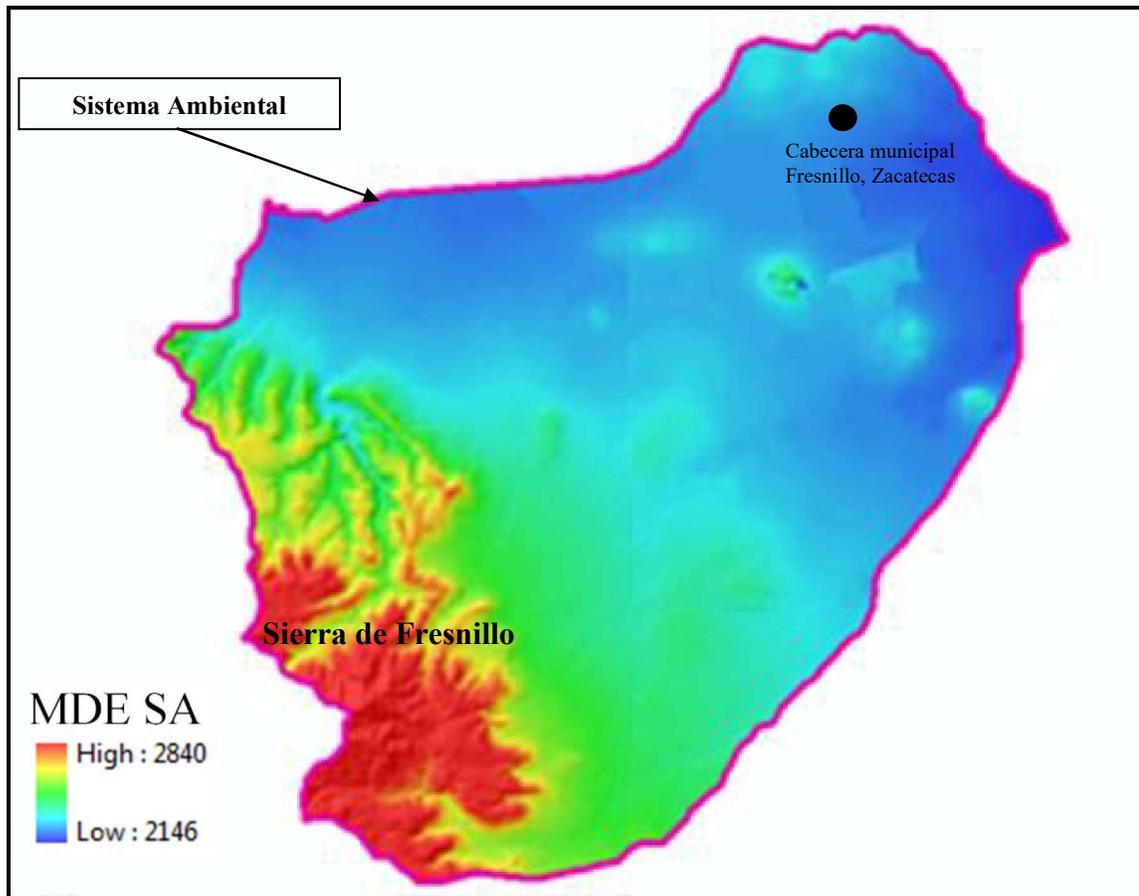


Figura IV.12. Modelo Digital de Elevación del SA

Según el Instituto Nacional de Ecología (INE), dentro del Estado de Zacatecas existen diferentes tipos de relieve, tal y como se observa en la Figura IV.13.

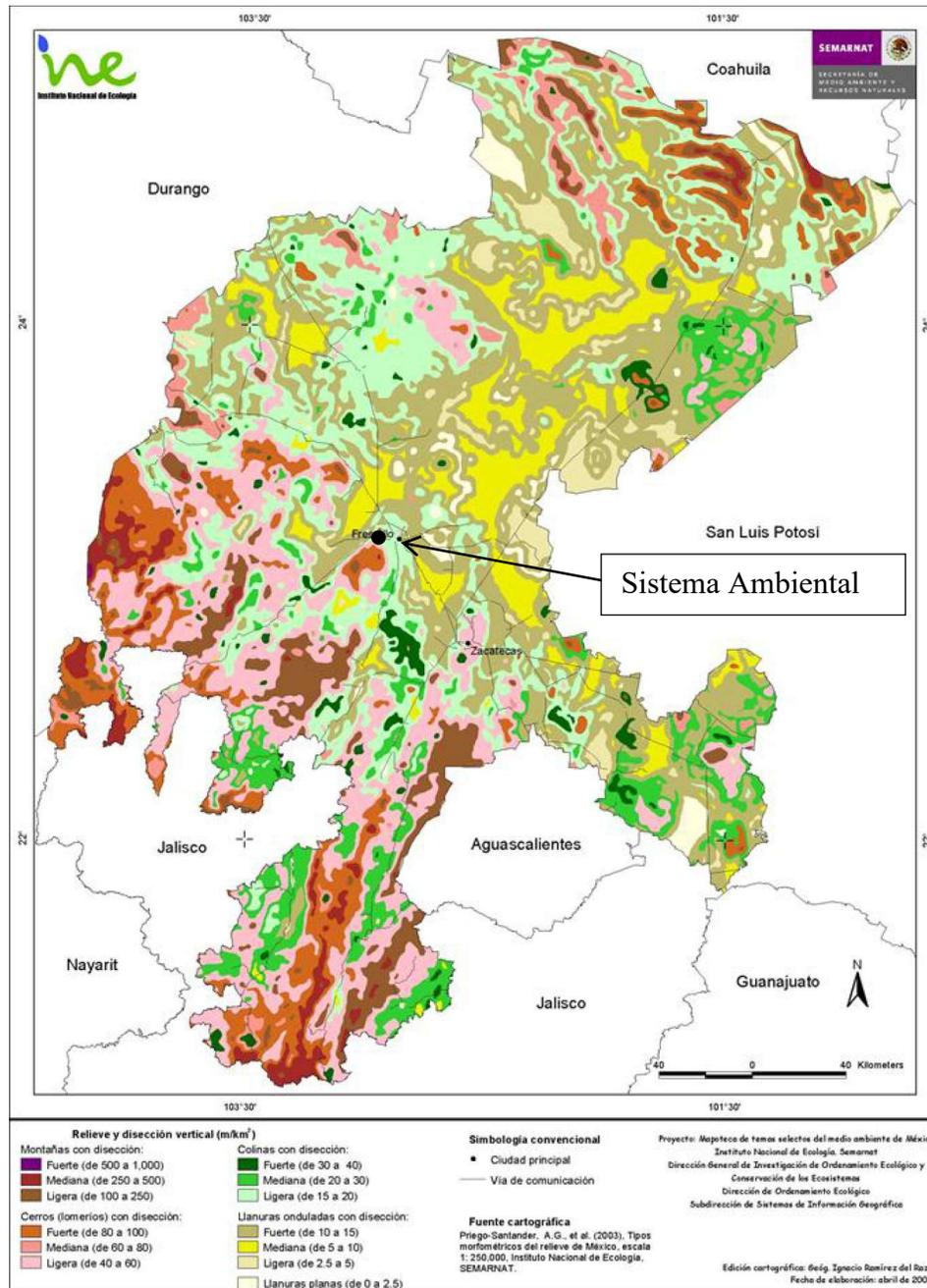


Figura IV.13. Tipos de relieve dentro del Estado de Zacatecas y SA según el INE

Nota: El círculo negro representa la ubicación del SA dentro del Estado de zacatecas y sus tipos de relieve, sin embargo este no denota ni la forma ni sus dimensiones, esta figura es meramente ilustrativa.

Como se observa en la Figura IV.13, dentro del Estado de Zacatecas existen diferentes tipos de relieve, dentro del SA se presentan los denominados como cerros con disección fuerte, que van de los 80 a los 100 m/km², y los cerros o lomeríos con disección ligera, los cuales van de los 40 a los 60 m/km², también hay llanuras onduladas con disección ligera (de 2.5 a 5 km²).

Una vez identificados los tipos de relieve dentro del SA, se presenta la clasificación del relieve dentro del Estado de Zacatecas y en específico dentro del SA, para ello se muestra la Figura IV.14.

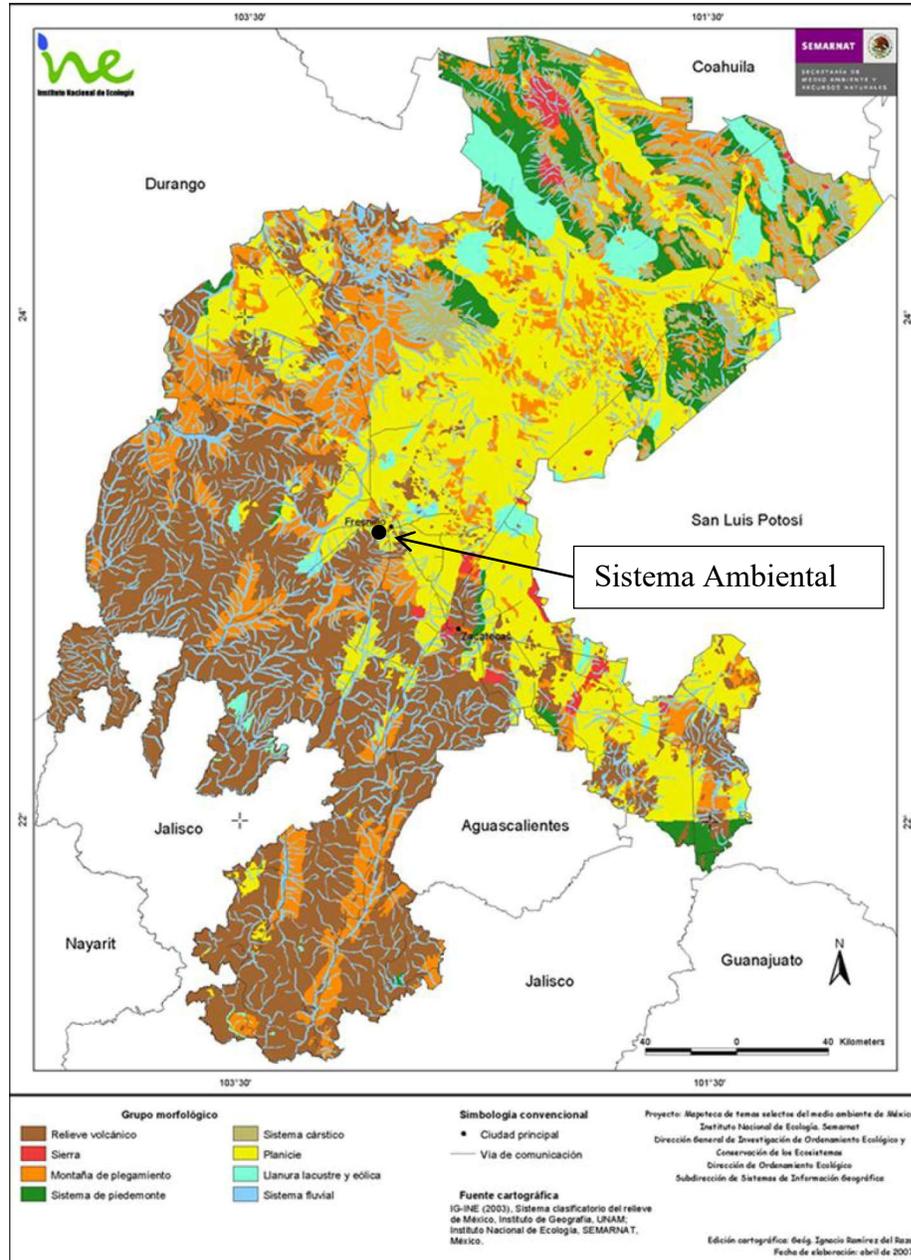


Figura IV.14. Clasificación del relieve en el Estado de Zacatecas y en el SA según el INE

En la Figura IV.14 se observa que el SA, se encuentra asentado dentro de una zona clasificada como planicie y relieve volcánico.

Enseguida se presenta una imagen que da consistencia a lo mencionado en párrafos anteriores, donde se observan las condiciones planas dentro del SA, pero donde también se observa parte de un relieve volcánico (Sierra de Fresnillo).

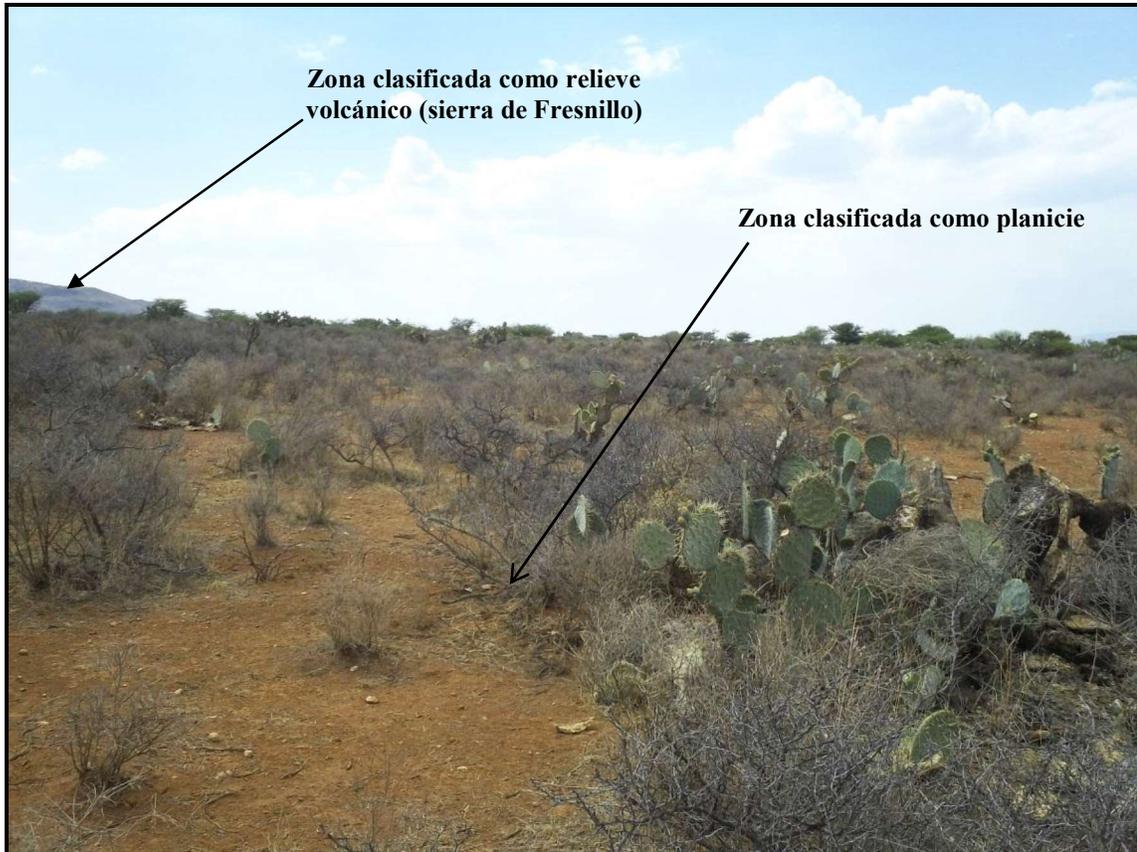


Figura IV.15. Zonas Planas dentro y con relieve volcánico dentro del SA

En la Figura IV.15 se observa el paisaje dominante dentro del SA, el cual se compone en lo general de altas elevaciones (altura sobre el nivel del mar mayor a 2,000 m) donde se alcanza a apreciar que en las partes planas se distribuye el Matorral Crasicaule, y al fondo la Sierra de Fresnillo.

A continuación se presenta la Figura IV.16, en ella se observa el modelo de relieve (Anexo IV.11), realizado para el Sistema Ambiental, en él se aprecia como solo en la parte Sur y Oeste se presentan elevaciones de importancia, las cuales evidencian el principio de la Sierra de Fresnillo. El resto del SA puede ser definido como terrenos plano con pendientes poco pronunciadas.

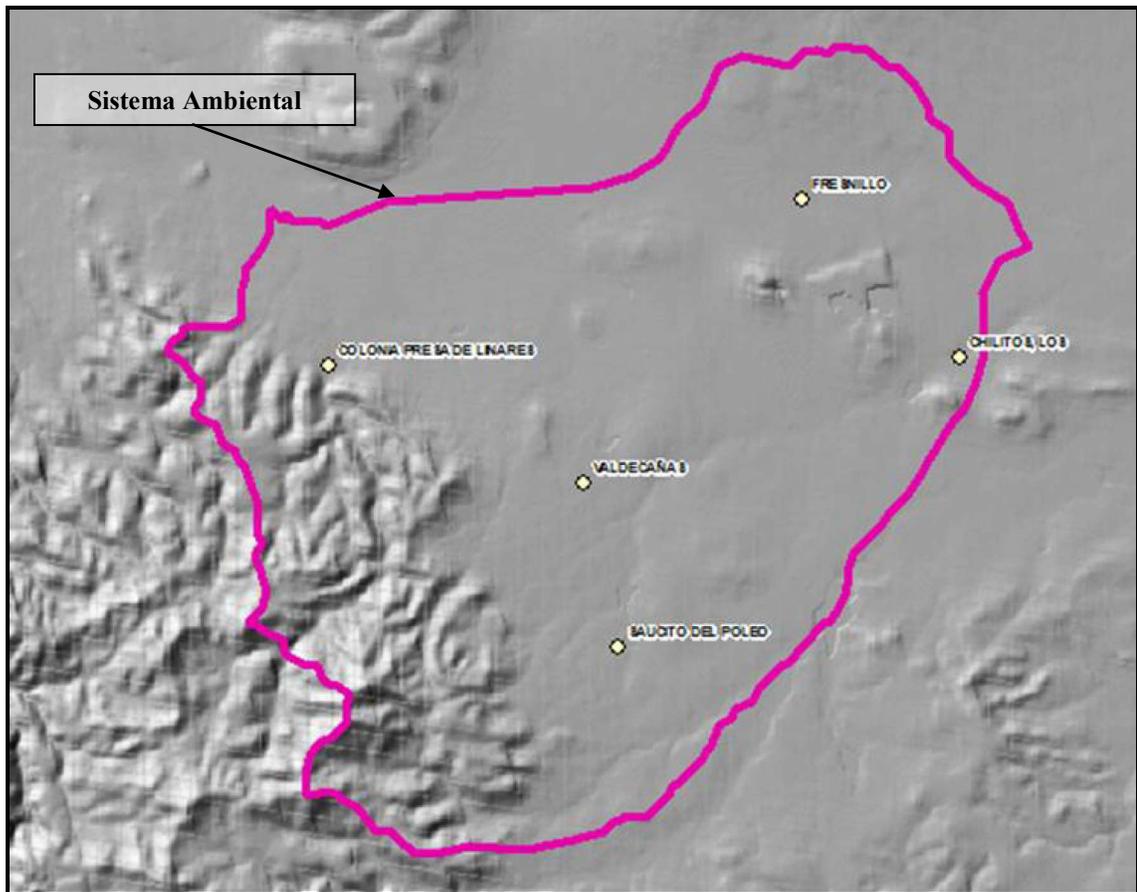


Figura IV.16. Modelo de relieve en el SA

Es de mencionar que las actividades mineras que se han desarrollado en los últimos años dentro del SA han modificado la geomorfología del área sobre todo reduciendo las elevaciones en el Noroeste del SA, muy cerca de la localidad de Fresnillo.

Para el análisis del relieve dentro del SA también se elaboró un modelo de pendientes (Figura IV.17), donde se identifica con facilidad que los sitios con pendientes más pronunciadas se localizan en la parte más Suroccidental con rangos de 7.27 - 11.3°, 27 - 31.5° y hasta 31.5 - 41°. El área más amplia del SA presenta pendientes poco pronunciadas y casi planas con rangos que van de los 0° a los 4°. En general las pendientes dentro del área de estudio tienen un rango que van desde el 0° hasta los 40°. Para mayor detalle ver el Anexo IV.12.

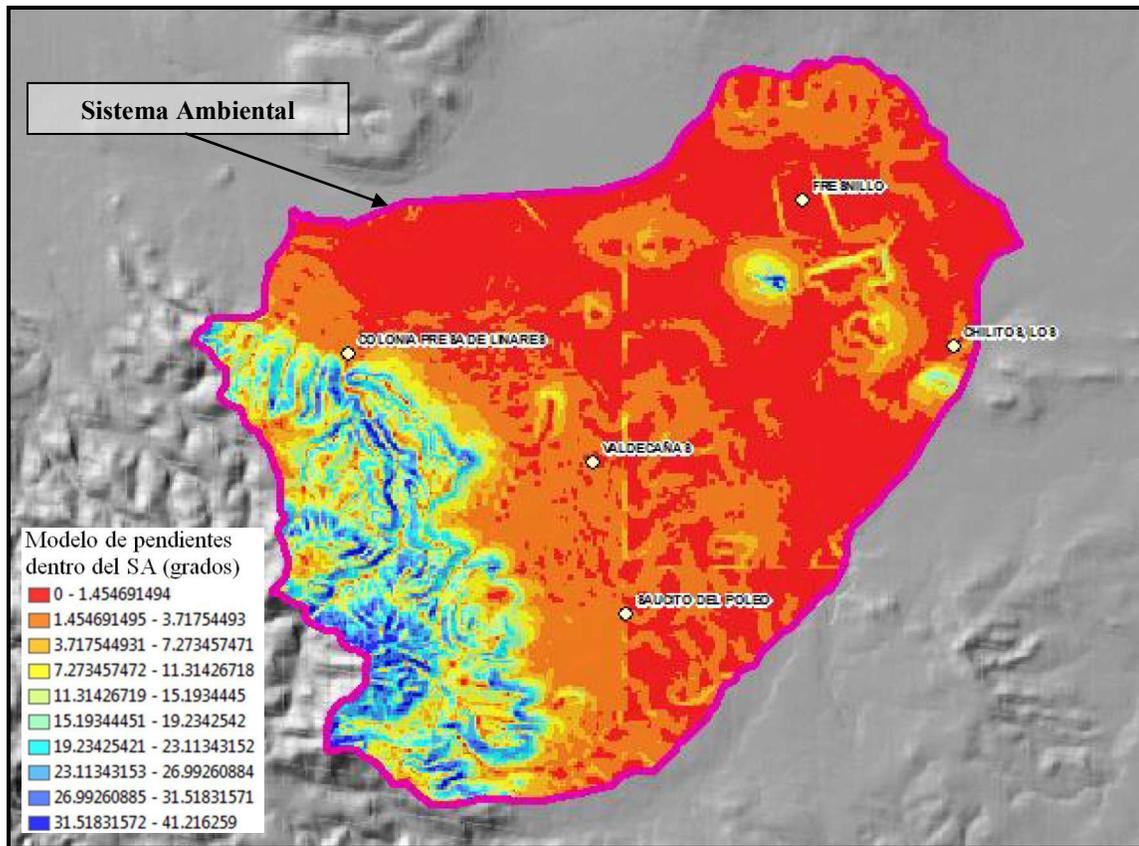


Figura IV.17. Modelo de pendientes dentro del SA

Como se mencionó, en el Modelo de pendientes se observa que la única porción del SA con zonas escarpadas es la que se localiza al extremo Suroeste y que corresponde a parte de la Sierra de Fresnillo, mientras que al centro y Noreste se extienden áreas con pendientes menores a los 7°.

El rumbo de las pendientes que acontece dentro del SA es muy variado. Se observa que en la porción más Suroccidental del SA donde se levanta la Sierra de Fresnillo, la dirección de las pendientes es muy heterogénea, mientras que estas dejan de serlo a medida que entran a la zona más plana del SA, que es la parte Centro y Noreste.

El dato del rumbo de pendientes puede ser utilizado desde diferentes puntos de vista, en materia ambiental será tomado en cuenta para programar la reforestación hacia las caras de los cerros donde la exposición al sol sea menor y por ende ocurra una menor evapotranspiración.

El rumbo de las pendientes dentro del Sistema Ambiental se puede observar claramente en la Figura IV.18, o con mayor detalle en el Anexo IV.13.

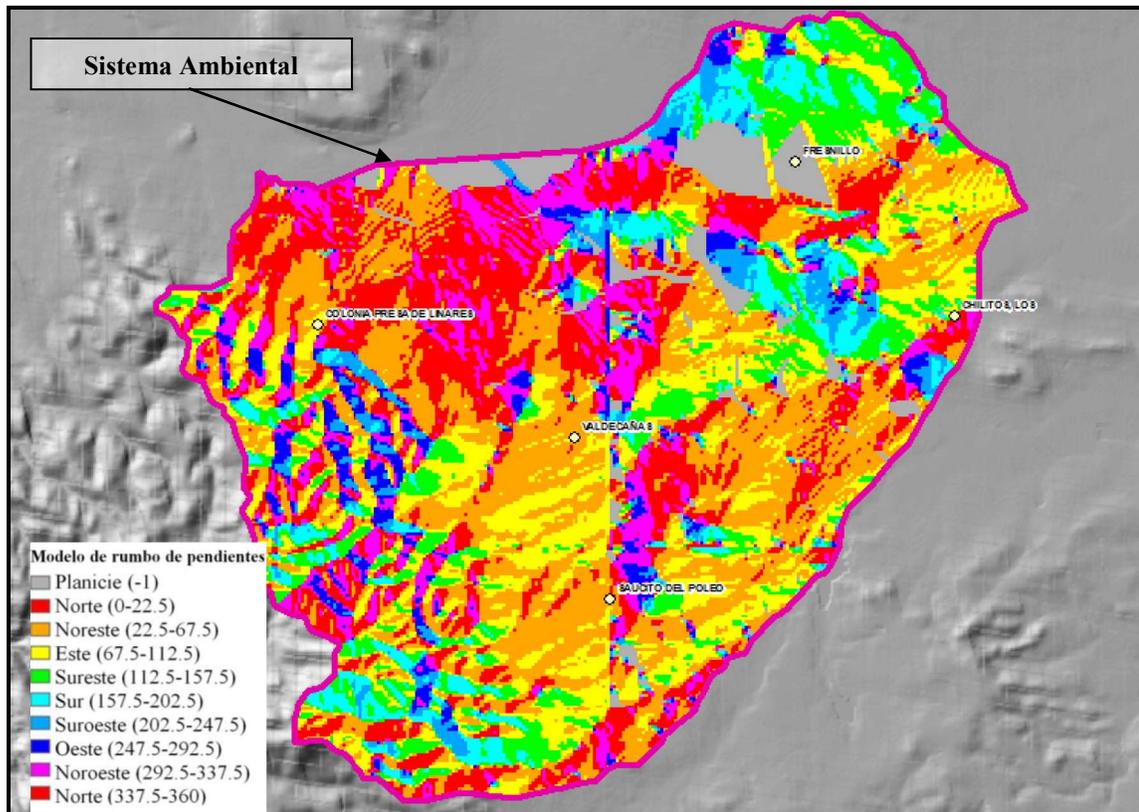


Figura IV.18. Modelo de rumbo de pendientes dentro del SA

c) Suelos

El presente análisis edafológico realizado para el SA del proyecto contempla como objetivo el conocer los tipos de Suelos que se presentan en la zona de influencia del proyecto, seguido de las características morfológicas principales de los mismos para lograr su clasificación.

Metodología

Para contar con un mejor detalle de las características edafológicas del SA, se realizó una compilación bibliográfica de cartografía ambiental, imágenes satelitales con resolución detallada, ortofotos y cartas edafológicas; además Clifton Associates Ltd. realizó trabajo de campo en el mes de Mayo del 2012 enfocado a la descripción y extracción de muestras de suelo en 6 puntos de verificación distribuidos a lo largo y ancho del SA. El plano con las coordenadas de ubicación de los puntos de verificación se muestran en el Anexo IV.14.

Para la clasificación edafológica, fueron empleados dos sistemas internacionales de clasificación de Suelos utilizado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) dependiente de la Organización de las Naciones Unidas. Por un lado el sistema denominada FAO 70 en base al sistema de clasificación de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) y por otro lado el sistema WRB 2006 el cual permite una mejor definición y clasificación de este recurso a nivel mundial al detallar aún más las características propias de los Suelos. Este sistema de clasificación cuenta además con el respaldo científico de la Sociedad



Internacional de la Ciencia del Suelo (IUSS) y del Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC), así como el INEGI. En el Anexo IV.15 se presenta el reporte edafológico completo que se tomó como base para la realización de este apartado.

Trabajo de campo

La descripción de Perfiles de Suelos es la actividad más importante en la etapa del trabajo de campo. En el proceso intervienen los siguientes pasos:

- Elección del sitio de muestreo

Consiste en la selección del lugar más adecuado para llevar a cabo la apertura del pozo de estudio edafológico, esto es producto de una delimitación preliminar que proyecta los sitios donde es necesario llevar a cabo la descripción de un perfil del Suelo.

- Apertura del pozo

Una vez determinado el sitio de apertura, se delimita el área a excavar. Las proporciones del pozo edafológico deben permitir la observación de la cara principal o perfil del Suelo lo mejor posible, la longitud del pozo está sujeta a la profundidad y a la pendiente del terreno.

La profundidad se relaciona con la proximidad a la que se encuentre alguna limitante física como roca, cementación o nivel freático que impida continuar con el excavado. A este respecto, se resalta que, una vez que la pala se ve imposibilitada para seguir penetrando en el subsuelo, se detiene el proceso y se asume la presencia de una limitante. Para efectos de clasificación en pozos profundos, el sistema de clasificación de Suelos empleado por el INEGI requiere una apertura vertical a más de 100 cm.

- Esculpido

Con el pozo edafológico terminado se prosigue al esculpido del perfil, actividad que consiste en quitarle a la cara principal del pozo las marcas hechas por la herramienta empleada para la apertura del mismo.

- Toma de fotografías

Consistente en cubrir con una o más imágenes el perfil o cara representativa del suelo, así como el paisaje adyacente al perfil y una imagen de la superficie del suelo con algún objeto de referencia, así como de algún detalle particular que se requiera resaltar del mismo.

- Descripción del perfil de Suelo

Actividad referente al registro de datos sobre lo observado en el perfil de Suelo, es decir, recolecta de la descripción morfológica que presente el perfil, describiéndose cada una de las capas u horizontes encontrados en su interior.



- Muestreo

Para efectos de una clasificación definitiva del perfil, se colectan muestras por cada horizonte identificado y descrito. La finalidad es la de contar con datos analíticos mediante pruebas efectuadas en laboratorio que permitan conocer las características químicas del horizonte en cuestión.

- Cierre del pozo

Acción encaminada a proteger al Suelo de sufrir erosión si se deja descubierto.

Tipos de suelos

De acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB2006), se cuenta con 32 tipos o grupos de referencia de Suelos a nivel mundial, de los cuales, en México se han localizado aproximadamente 29 de estos.

Al grupo de referencia de Suelo se añade un calificador, según el listado de prioridades. También es posible delinear un tercer nivel por medio de “prefijos” que dan mayor detalle a los calificadores, por ejemplo, “Epi” que habla de profundidades de menos de 50 cm o “endo” profundidades de más de 50 cm y hasta los 100 cm.

Para la República Mexicana, el INEGI proporciona el listado propio de acuerdo a las características ambientales observadas en el país (INEGI, 2005).

Los principales tipos de Suelos encontrados en el área de estudio son:

Cambisol (CM)

El mayor tipo de suelo encontrado en la zona de estudio son los Cambisoles, los cuales son suelos jóvenes o con poco desarrollo con formación de por lo menos un horizontes subsuperficial incipiente, donde la transformación del material parental es evidente por la formación de estructura, decoloración principalmente a café rojiza (parduzca) o incremento en el porcentaje de arcilla sin llegar a ser un enriquecimiento como en los Luvisoles. No presentan acumulaciones de materia orgánica en su superficie como en el caso de los Kastanozem, ni la acumulación de carbonatos secundarios de los Calcisoles; presenta más profundidad que los Leptosoles y por lo menos un horizonte pedogenético separándolos de los Regosoles. Los puntos 3, 6 y 8 (Anexo IV.14) representan a estos suelos.

Cubren una superficie de 5,506.75 ha representando el 43.8%.

Regosoles (RG)

Grupo residual del sistema de clasificación, en él caen todos aquellos suelos que no fueron clasificados en otro grupo de suelos. Suelos con desarrollo incipientes a nullos, con gran parecido al material parental. Semejante a los Regosoles en el sistema FAO70.



En la zona de estudio se encontraron 2,795.1 ha con este tipo de suelo representando el 22.2% del área, donde el punto de verificación número uno (Anexo IV.14) es representativo de este grupo de suelos.

Leptosol (LP)

Son Suelos superficiales, incipientes, sobre roca dura y continua y no tienen rasgos edáficos desarrollados. Su principal características es su poco espesor, con una profundidad máxima de 25 cm y generalmente con problemas de esqueleto o fragmentos gruesos en su matriz.

Los Leptosoles líticos (LPl_i) son una variedad de este grupo de Suelos que corresponde directamente con los Litosoles en FAO70, es decir, Suelos con un espesor menor de 10 cm de espesor, que por cuestiones climáticas esta variedad solo fue encontrada en el área de estudio como suelo asociado.

Cubre el 13.2% de la superficie estudiada con unas 1,657.5 ha.

Kastanozem (KS)

Grupo de suelo cuyo horizonte superficial presenta acumulaciones significativas de materia orgánica obscureciéndola de ahí su nombre refiriéndose a las castañas (café oscuro). Así mismo presentan acumulaciones de carbonatos secundarios en alguna parte de la matriz del suelo.

Son los suelos más fértiles del área de estudio, cubriendo unas 560.1 ha con el 4.5% de la superficie.

Tecnosoles (TC)

Los Tecnosoles comprenden un grupo nuevo en el sistema WRB 2006, en cuyas versiones anteriores se incluían dentro de los Regosoles ántricos o antrópicos. En este caso son suelos que proceden de desechos de las minas, tanto en escombros como producto de algún proceso de la misma, incluyendo las lagunas de depósito, escombreras, remoción superficiales de materiales, entre otros. Por cuestiones de claridad cartográficas a la zona urbana no se le clasifica como este grupo de suelo.

Cubren una superficie de 316.4 ha, representando el 2.5% del área de estudio. No se tiene punto de verificación pues su estudio requiere condiciones especiales de manejo.

Fluvisoles (FL)

Los Fluvisoles son un grupo de suelo que representa a las acumulación fluviales (de ahí su nombre) o acarreo que realizan los escurrimientos como ríos y arroyos, que depositan los materiales en forma de estratos o capas delgadas claramente identificables entre si. Son depósitos recientes que muestra intercaladamente la diferente granulometría del suelo, pudiendo ir desde las arenas finas o gruesas hasta guijarros redondeados.

En la zona se encontraron 165.9 ha de estos suelos representando el 1.3%. Los puntos 2 y 5 representan a estos suelos (Anexo IV.14).

Calificadores

Cada uno de los calificadores crea un subtipo de Suelo, pero éstos no son exclusivos de un grupo de referencia a menos que se especifique. Por motivo de claridad cartográfica, las unidades de Suelos tienen un calificador, pero en la clasificación de los puntos de verificación se pueden tener más.

- Endoléptico (len), la roca dura continua se encuentra entre 50 y 100 cm. de profundidad.
- Endocálcico (ccn), que presenta un horizonte con acumulación de carbonatos secundarios que se encuentra entre 50 y 100 cm. de profundidad.
- Epiléptico (lep), la roca dura continua se encuentra entre 25 y 50 cm. de profundidad.
- Lítico (li), la roca dura continua se encuentra entre 0 y 10 cm. de profundidad, exclusivo para los Leptosoles.
- Esquelético (sk), con más de 40% del volumen de la matriz del Suelo de fragmentos gruesos (<2 mm): gravas, guijarros o piedras.
- Spólico (sp), que tiene una capa de 20 cm o más dentro de 100 cm desde la superficie del suelo, con 20% o más en volumen de residuos industriales como desechos de minas, materiales movidos o dragados, escombros, etc. Solo en Tecnosoles.

Descripción morfológica de perfiles de suelos

Para la correcta evacuación del recurso Suelo, como es el caso de todos los recursos naturales, se realizaron 8 puntos de verificación donde se llevaron a cabo perfiles de estudio edafológicos. Los detalles de la técnica y las características morfológicas levantadas en campo se presentan también en el Anexo IV.15.

Tabla IV.5. Localización y clasificación de los puntos de verificación de suelos

Punto	Coordenadas (UTM 13-WGS84)			Clasificación
	X	Y	Z	
1	708,940	2,560,256	2,388	Regosol esquelético-epiléptico
2	712,758	2,559,309	2,294	Fluvisol esquelético
3	711,450	2,562,206	2,223	Cambisol endoléptico
4	714,531	2,561,079	2,250	Kastanozem endocálcico
5	718,750	2,557,966	2,254	Fluvisol esquelético
6	718,251	2,560,852	2,265	Cambisol endoléptico
7	720,798	2,561,942	2,167	Kastanozem endocálcico
8	709,380	2,563,545	2,182	Cambisol esquelético

En el Anexo IV.16 se presenta un conjunto de imágenes fotográficas que forman la parte visual de los perfiles de suelo verificados; y además abarcan el paisaje del área, superficie del suelo y algún detalle representativo.

Utilizando la clasificación de suelos FAO70, que es la utilizada por INEGI para realizar la cartografía del recurso suelo en toda la República, se clasificaron los suelos presentes en el SA del proyecto. En el Anexo IV.17 se presenta el plano de unidades edafológicas de suelos dominantes FAO70 (Unidad 1) y el plano de unidades edafológicas de suelos asociados o secundarios FAO70 (Unidad 2). Cabe destacar que para que se pueda dar esta asociación, el Suelo secundario o asociado deberá estar presente en más del 20% del área.

A partir de dicha clasificación se determina que la unidad de suelo Cambisol es el que tiene mayor cobertura en el SA al representar el 43.8% del área total. En la Tabla IV.6 se desglosa las superficies de cobertura de las unidades de suelo según el FAO 70 presentes en el SA.

Tabla IV.6. Unidades edafológicas de suelos dominantes FAO70

Unidad de Suelos FAO	Cobertura de la superficie del SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Cambisol	5506.753	43.8
Regosol	4768.965	37.9
Castañozem	560.071	4.5
Fluvisol	165.92	1.3
Cuerpos de Agua	1485.703	11.8
Zona Urbana	89.103	0.7

Para la caracterización edafológica del SA delimitado para el proyecto, también se utilizó como base el sistema de clasificación de suelos WRB 2006, el cual se subdividen en Grupo 1 y Grupo 2, estos se refieren al grupo de referencia primarios y asociados en las unidades de suelo, en donde se logra una mejor definición y clasificación del recurso a nivel mundial al detallar aún más las características propias de los suelos. Los resultados de la clasificación con WRB 2006 grupos 1 y 2 se muestran en la Tabla IV.7 y en el Anexo IV.18. Según la clasificación WRB, la unidad de suelo predominante en el SA es el Cambisol que cubre 5,506.75 ha y un porcentaje del SA de 43.8%.

Tabla IV.7. Unidades edafológicas de suelos dominantes WRB 2006

Grupo de Suelos WRB	Cobertura de las superficie del SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Cambisol	5,506.753	43.8
Regosol	2,795.052	22.2
Leptosol	1,657.476	13.2
Kastanozem	560.071	4.5
Tecnosol	316.437	2.5
Fluvisol	165.92	1.3
Zona Urbana	1,485.703	11.8
Cuerpo de Agua	89.103	0.7

Limitantes físicas

Como limitante física se entiende a los obstáculos o esqueleto que presenta en la superficie del Suelo para ser labrados, específicamente a todos aquellos fragmentos o detritos geológicos de más de 2 milímetros de diámetro cubriendo más de 35% del volumen del suelo (Anexo IV.19, Plano de limitantes físicas). En el área de estudio se encontraron las limitantes:

- Gravosos, fragmentos o detritos cuyo diámetro oscila entre 2 mm a 7.5 cm
- Pedregosos, fragmentos o detritos cuyo diámetro oscila entre 7.5 y 25 cm

Los resultados en superficie se muestran en la Tabla IV.8.

Tabla IV.8. Limitantes físicas

Limitante Física	Superficie que ocupa en el Sistema Ambiental (ha)	Porcentaje de la superficie del Sistema Ambiental %
Pedregoso	243.9	8.7
No Pedregoso	1662.3	59.3
N/A	894.7	31.9

Profundidad efectiva del suelo

La profundidad efectiva del Suelo es aquella distancia en centímetros a partir de la superficie del Suelo que potencialmente puede ser explorado por las raíces y que es útil para la absorción de agua y nutrientes. Dependiendo de las características del sistema radicular de cada especie podrá ser explorada en su totalidad o no (Porta, 2005). En el Anexo IV.20 se muestra la distribución espacial de esta distancia y en la Tabla IV.9 se muestran los resultados, a través de 5 rangos:

- Sin profundidad, sin profundidad efectiva del suelo
- Incipientes, profundidad efectiva del Suelo de 10 a 25 cm
- Somero, Suelo entre 25 y 50 cm
- Moderadamente Profundo, entre 50 y 100 cm
- Profundo, aquellos Suelos de más de 100 cm

Tabla IV.9. Profundidad efectiva del suelo

Profundidad del Suelo	Rango	Superficie que ocupa en el SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Sin Profundidad	0 cm	316.437	2.5
Incipiente	10-25 cm	1,657.476	13.2
Somero	25-50 cm	2,369.916	18.8
Moderadamente Profundo	50 - 100 cm	4,595.283	36.5
Profundo	Más de 100 cm	2,062.595	16.4
NA	No Aplica	1,574.806	12.5

Clases texturales

La textura de un Suelo es la proporción relativa (%) de las partículas Arenas (50 a 2,000 μm), Limos (2 a 50 μm) y Arcillas (< 2 μm) en la parte de la tierra fina del Suelo (todas las partículas de menor a 2 mm o 2,000 μm) (Anexo IV.21 Plano de clases texturales). Para fines cartográficos se utiliza tres clases texturales para los primeros 30 cm desde la superficie del Suelo, las cuales se definen a continuación:

- Textura Gruesa, todos aquellos Suelos cuyo porcentaje de arena es mayor a 60% y su contenido de arcilla menos a 18%
- Textura Media, aquellos Suelos que no caen en la clase textural anterior y tienen menos de 35% de arcilla
- Textura Fina, Suelos con más de 35% de arcilla

Tabla IV.10. Clases texturales

Textura	Superficie que ocupa en el SA(ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Gruesa	4,480.54	35.6
Media	6,521.169	51.9
NA	1,574.806	12.5

Recomendaciones forestales

Para este apartado de recomendaciones en materia de Suelos con fines forestales se realizó un modelo basado en las cuatro características morfológicas que pudieron ser limitantes para el desarrollo vegetal de las especies arbóreas en este rublo, estas cualidades son:

- Profundidad Efectiva del Suelo
- Clase Textural
- Tipo de Suelo Dominante
- Limitante Física (esqueleto-limitantes)

Estas condicionantes fueron seleccionadas debido a su distribución en la zona de estudio (Anexo IV.22). Este modelo fue corroborado durante los trabajos de campo.

Los rangos manejados en el modelo son:

Alto.- la superficie bajo este rango son Suelos propicios para el desarrollo forestal, este rango es el que se recomienda la siembra de especies arbóreas con fines comerciales. Se debe recordar que la principal limitación para el desarrollo forestal son las condiciones climáticas, en especial el déficit hídrico que ocurre en la temporada de estiaje (Noviembre-Mayo).

Moderado.- en este rango se engloban los Suelos cuyas características ya presentan limitaciones serias para el desarrollo vegetal, por lo que se recomienda el repoblamiento con especies adaptadas a estas condiciones.

Bajo.- estas áreas por sus limitantes edáficas impiden el desarrollo forestal vigoroso por lo que el repoblamiento solo puede ser con especies nativas de la zona de porte bajo o especies vegetales con el fin de restauración.

Muy Bajo.- las limitantes edáficas limitan enormemente el desarrollo de arbolado, por lo que se sugiere en estas áreas, la apertura de terrazas individuales para poder lograr el desarrollo de una capa forestal con especies nativas.

Tabla IV.11. Potencial forestal

Potencial Forestal	Superficie que ocupa en el SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Alto	2,834.067	22.5
Medio	3,558.583	28.3
Bajo	2,635.147	21.0
Muy Bajo	1,567.476	12.5
No Aplica	1,891.243	15.0

Modelo de estabilidad y susceptibilidad a la erosión

La erosión (pérdida) del suelo es provocada principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica esencial para el desarrollo vegetal.

De acuerdo al análisis realizado para medir la susceptibilidad de los suelos del área de estudio a la erosión se presenta el Anexo IV.23 y se obtiene lo siguiente:

Aquellos sitios catalogados como Alta, están en pendientes mayores de 25%, característico de zonas montañosas, en donde por la baja cobertura vegetal, no ofrecen obstáculo a las avenidas de agua. Siendo característico de suelos poco profundos como los Leptosoles o Regosoles.

Los suelos que muestran un rango de susceptibilidad Moderada, son los que presentan cierto porcentaje de inclinación 4-16% de pendiente y la cobertura de la vegetación es moderada, la cual permite el libre paso del agua de lluvia y con ello las partículas en suspensión que ella arrastra consigo. Los suelos característicos son los Kastanozem, de superficiales a profundos dependiendo la posición en la geoforma o la pendiente.

Los niveles de baja a susceptibilidad a la erosión se presentaron en la zona de estudio, debido a las pendientes suaves con menos de los 4% observadas, así como la poca carga agropecuaria sobre dichos terrenos lo que fomenta el crecimiento de una cobertura vegetal que limita a los procesos erosivos.

Los resultados en superficie por tipo de erosión se presentan en la Tabla IV.12.

Tabla IV.12. Susceptibilidad a la erosión

Susceptibilidad a la Erosión	Superficie que ocupa en el SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Alta	4,442.547	35.3
Moderada	1,674.733	13.3
Baja	4,884.43	38.8
NA	1,574.806	12.5

También se desarrolló la Tabla IV.13, con la “Erosión Actual” la cual fue verificada en campo con solamente dos clases, ausencia o presencia de Erosión, y el tipo de erosión antrópica.

Tabla IV.13. Erosión Actual

Erosión Actual	Superficie que ocupa en el Sistema Ambiental (ha)	Porcentaje de la superficie del Sistema Ambiental %
Ausente	951.3	33.9
Presente	954.9	34.1
Antrópica	894.7	31.9

d) Hidrología

Hidrología Superficial

El Sistema Ambiental se encuentra inmerso en dos cuencas, cada una de estas cuencas pertenecen a dos diferentes Regiones Hidrológicas, la porción Oeste del SA pertenece a la región hidrológica 36 (Nazas-Aguanaval) particularmente en la Cuenca Río Aguanaval, mientras que la porción Este se asienta sobre parte de la región hidrológica 37 (El Salado) en la cuenca Fresnillo-Yesca.

Antes de iniciar con el análisis de la hidrología dentro del SA, es necesario recordar que el propio SA fue delimitado a partir de criterios hidrológicos y subsecuentemente por otros componentes ambientales. La unidad en la que se basó la delimitación del área de estudio fue la nanocuenca.

Las nanocuenclas representan a las subunidades de captura y contribución hidrológica dentro de una subcuenca. Para la determinación del SA, se analizó el régimen hidrológico que comprendiera el entorno sub-regional, elaborando un Modelo de Hidrología Superficial, que compila la suma o aglomeración de las subunidades hidrológicas que abarcan criterios como: influencia directa para el proyecto, así como influencia local y presencia de características similares en cuestión de pendiente, uso de suelo, vegetación, fauna, etc.

Las obras del proyecto en particular, se encuentran comprendidas dentro de 14 nanocuenclas, sin embargo para conformar el SA se consideraron en total 43 nanocuenclas. Lo anterior atendió a que se debieron considerar más componentes ambientales además del hidrológico, como ejemplo, se amplió el SA en su porción Noreste con el afán de envolver a la ciudad de Fresnillo pues en ella se concentra el mayor componente social directamente impactado por el desarrollo del proyecto.

La forma que presentan las nanocuenclas que forman el SA es alargada y triangular con drenaje dendrítico subparalelo. Las pendientes son de moderadas a suaves, siendo en la parte más Oriental donde se desarrollan actividades agrícolas (monocultivos) por ser la zona más plana dentro del SA.

Enseguida se presenta la Figura IV.19, donde se observa el SA ambiental conformado por 43 nanocuenclas, de ellas 14 de incidencia directa a alguna obra del proyecto.

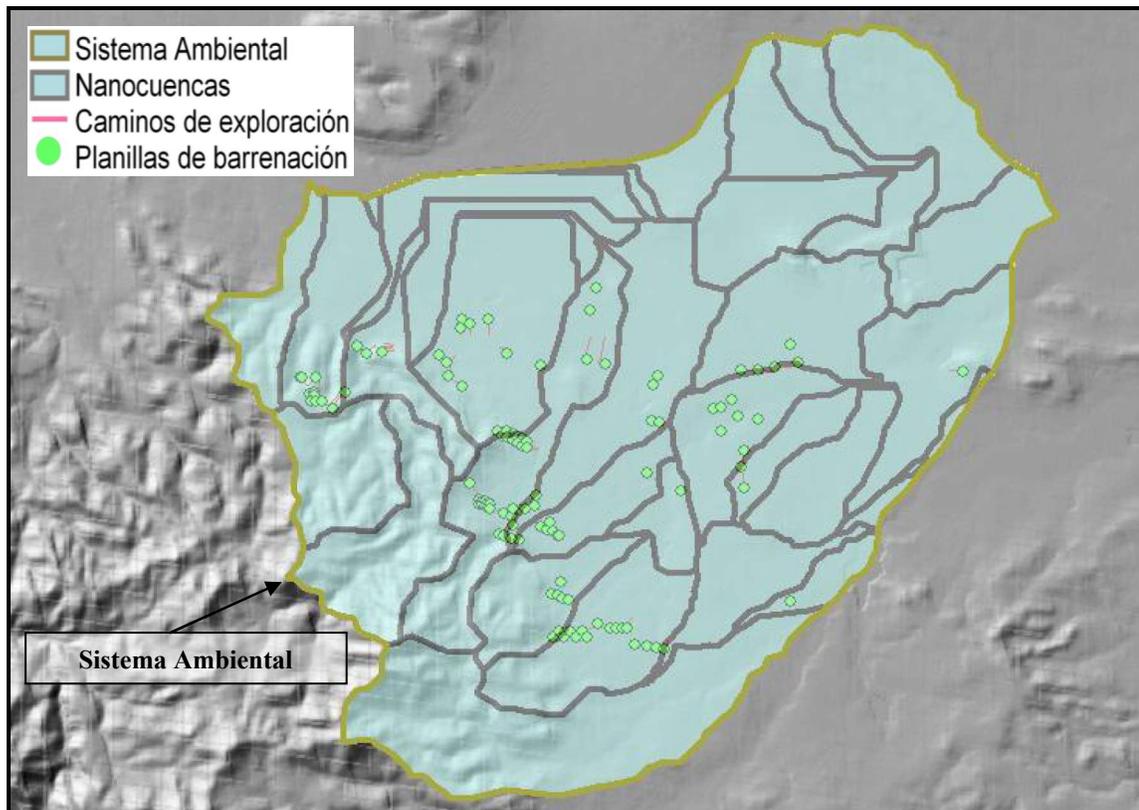


Figura IV.19. Sistema ambiental delimitado con base en nanocuenclas

En lo que respecta a la hidrología dentro del SA, se inició un análisis basado en el modelo hidrológico superficial del INEGI (Anexo IV.24) donde se representan las corrientes de agua presentes así como la infraestructura hidráulica.

Según el modelo hidrológico de aguas superficiales del INEGI, dentro del Sistema Ambiental no existen corrientes superficiales permanentes, solo las hay de régimen intermitente y se aprecian muy bien en la parte más occidental del SA donde inicia la Sierra de Fresnillo, mientras que en la parte más Oriental estas son muy escasas, esto debido a la pendiente poco conspicua.

En el Extremo Norte del SA se aprecia el trazo de un acueducto subterráneo en operación del cual no se obtuvo mayor información, lo mismo que para uno más pequeño que acontece en la parte centro del SA y que se localiza más exactamente en la localidad Valdecañas, una de las 5 localidades dentro del SA.

En el modelo del INEGI se aprecian algunos bordos de agua de reducida capacidad, los cuales se han construido con la finalidad de captar y almacenar agua de escurrimientos en pequeñas áreas de drenaje y tener así un abasto de agua para el ganado. También existen canales que son utilizados para satisfacer de agua a los cultivos que se extienden en todo el centro y Este del SA.

Dentro del SA existe una presa en operación a cargo de la Secretaria de Recursos Hidráulicos, esta es, la Presa de Rivera, cuyas aguas son utilizadas para el riego de cultivos de chile y frijol aledaños a las presa. Hasta el año 2012 se presenta como una presa altamente contaminada en su mayoría por visitantes que dejan su basura después de su día de campo. Enseguida se presenta la Figura IV.20, donde se muestra la hidrología superficial dentro del SA según la información en formato shape del INEGI.

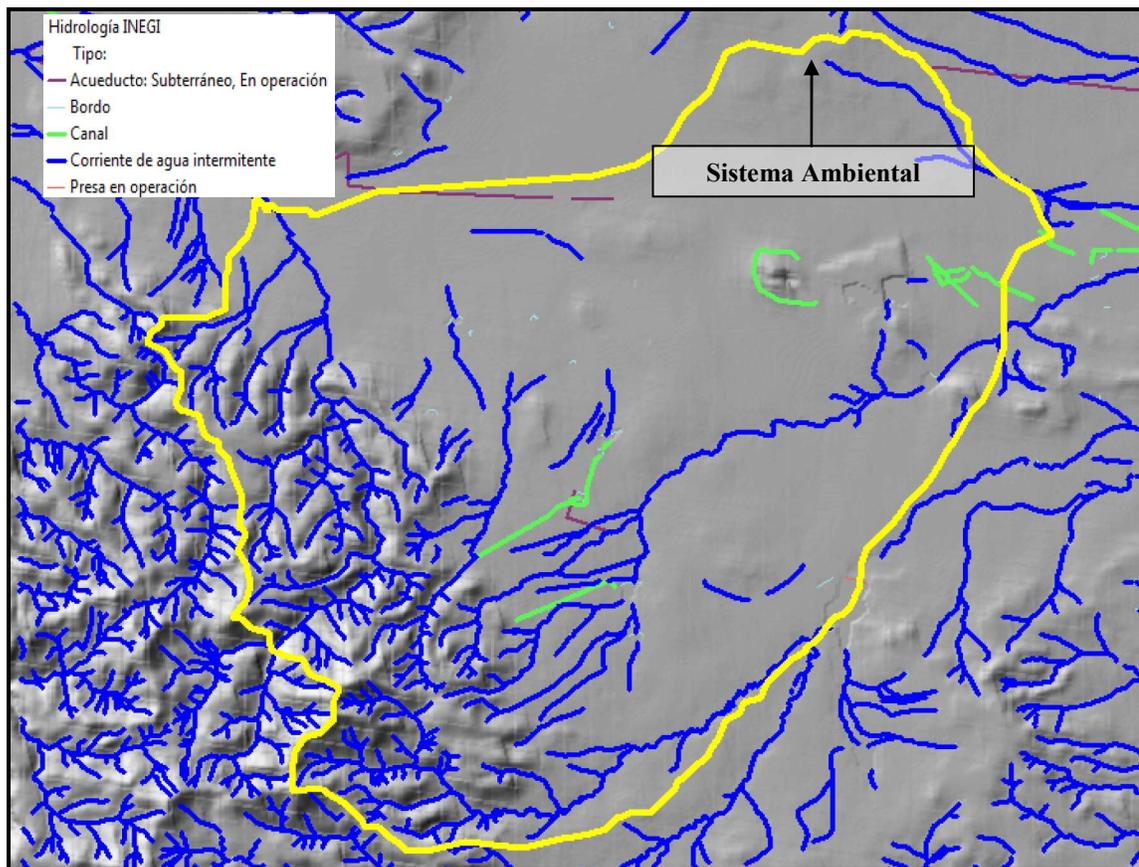


Figura IV.20. Hidrología superficial según INEGI

El escurrimiento dentro del Sistema Ambiental es laminar en su mayor superficie y es en esta zona donde se efectúa la mayor infiltración, para la recarga del acuífero Calera.

Para dar consistencia al análisis de la hidrología superficial dentro del SA se consultó el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas (SIATL) del INEGI, además con misma información del INEGI se elaboró la Figura IV.21, donde se muestran los cuerpos de agua presentes dentro del SA. Los más evidentes son dos cuerpos de agua localizados al Noreste del área de estudio y que refieren al Parque Ecológico “Los Jales” creado por el Grupo Peñoles, al que pertenece la empresa promovente. Otro cuerpo de agua conspicuo y que es abarcado en forma parcial por el SA es la presa La Bomba, o como también se conoce Presa de Rivera con una extensión de aproximadamente 50 ha. El

resto de cuerpos de agua que aparecen en la Figura IV.21, refieren a bordos creados para almacenar agua para el ganado y para que sea utilizada en el riego de los monocultivos existentes dentro del SA. Cabe señalar que durante el desarrollo del proyecto no se tendrá interacción con estos cuerpos, ni se prevé que pueda darse alguna alteración en sus parámetros fisicoquímicos.

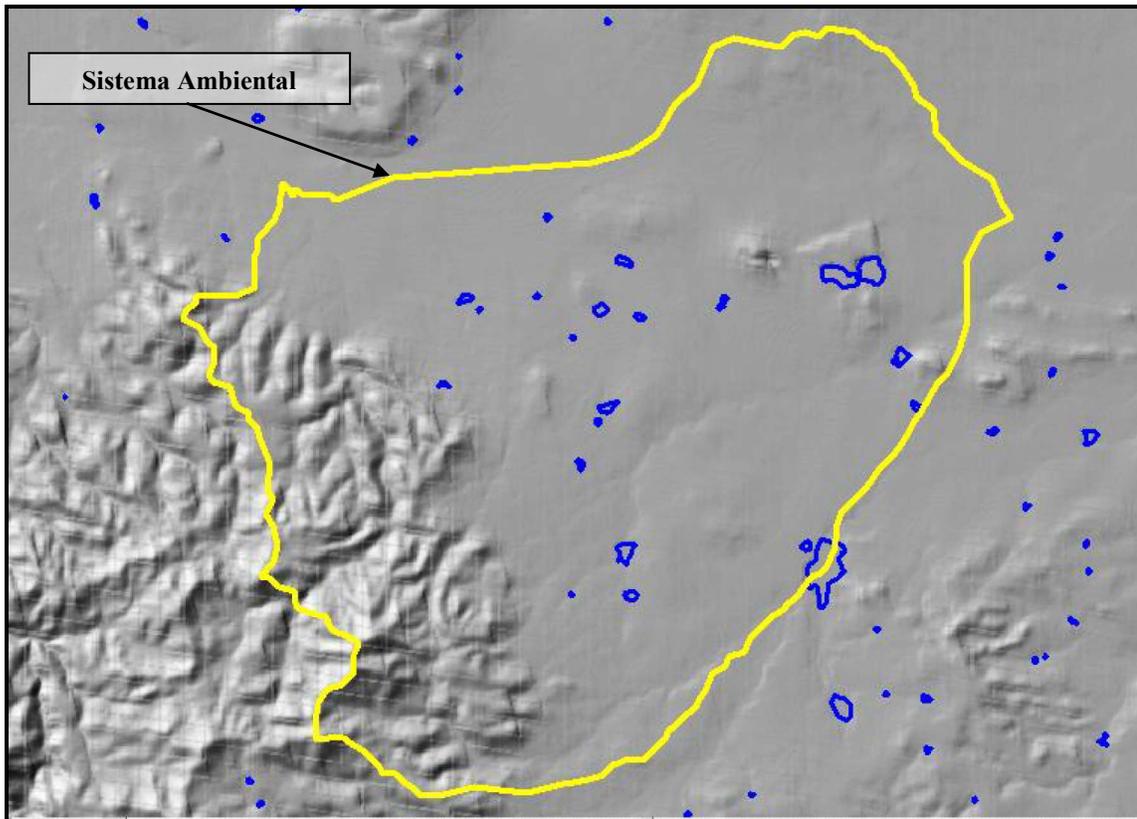


Figura IV.21. Cuerpos de agua dentro del SA según INEGI

De acuerdo a la clasificación de Horton (1960) y en función de las características físicas y de relieve dentro del SA, se clasificaron las corrientes presentes en el área de estudio según su orden relativo de escurrimiento (del 1^{ro} al 6^{to} orden) (Figura IV.22 y Anexo IV.25 Modelo de orden de corrientes); esto aporta datos que indican que existe una cantidad media de tributarios y por consiguiente alto grado de bifurcación del sistema de drenaje, principalmente dado por la variabilidad orográfica al Oeste del área de estudio.

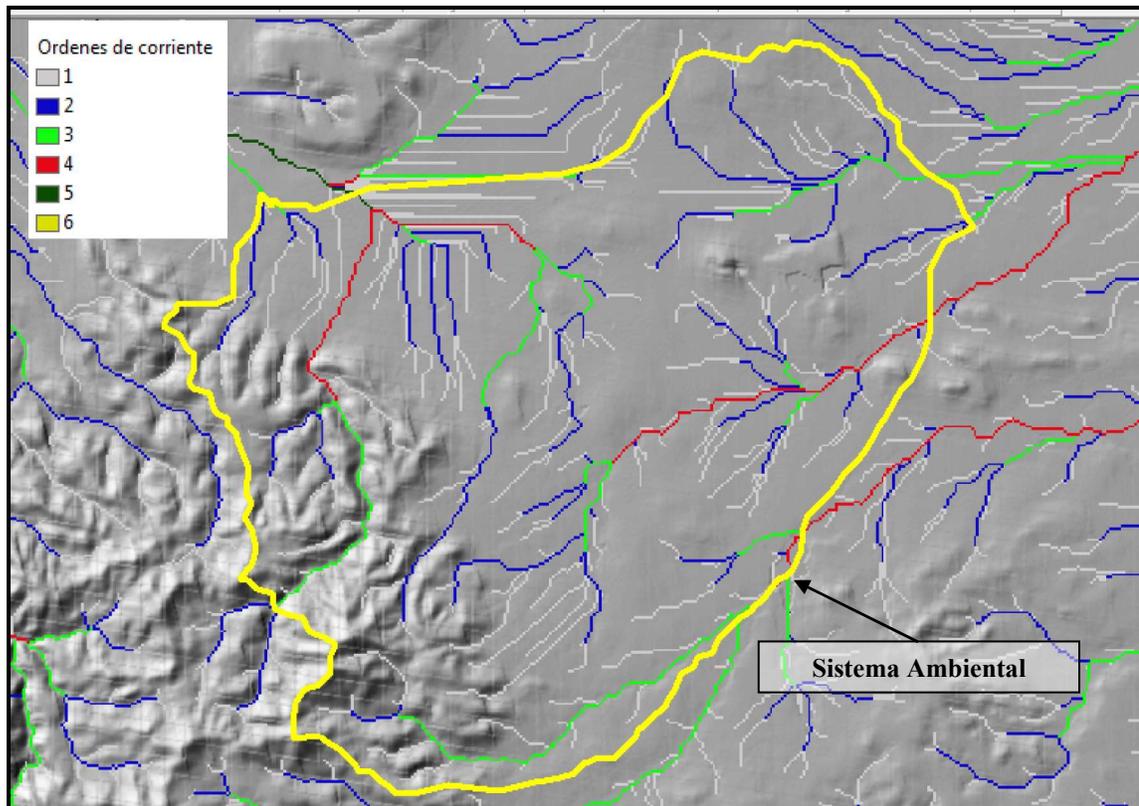


Figura IV.22. Ordenes de corriente dentro del SA

Como se observa en la Figura IV.22 dentro del SA solo acontecen corrientes de orden 1, 2, 3 y 4, siendo las corrientes de orden 1 y 2 las que prevalecen. En la porción central del SA se evidencian varias corrientes de orden 1; estas son intermitentes.

Geohidrología

A grandes rasgos, el proyecto denominado Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se localiza dentro del acuífero denominado Calera (Anexo IV.26 y Anexo IV.27). Sin embargo, parte del Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, así como 2 planillas de barrenación, rebasa los límites de este acuífero en su parte más occidental en una muy pequeña porción y alcanzan al acuífero Aguanaval.

Enseguida se muestra la Figura IV.23, donde se aprecia que el SA abarca parte de dos acuíferos, el Aguanaval y el Calera.

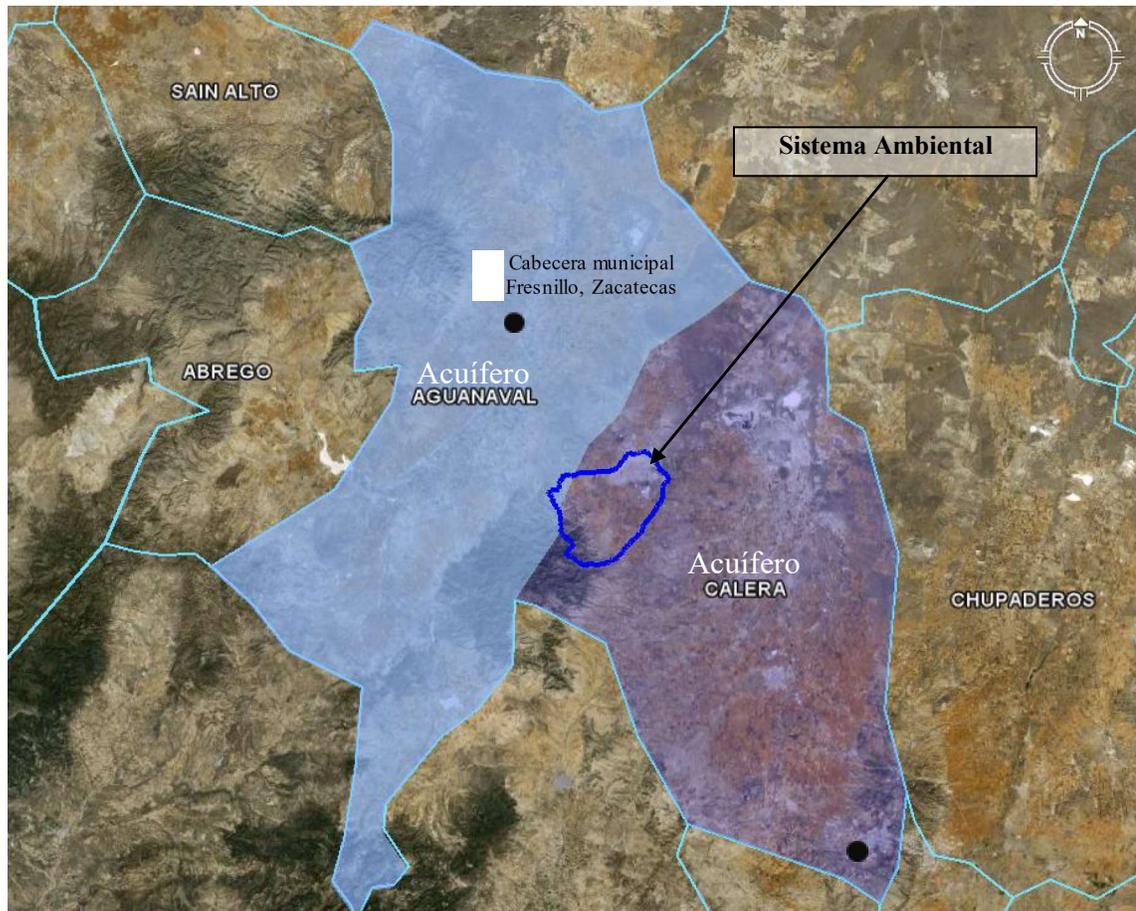


Figura IV.23. Sistema Ambiental dentro de los acuíferos Calera y Aguanaval

Este acuífero tiene como número consecutivo el 2, su clave es la 3225, el nombre del organismo de cuenca es el de Cuencas Centrales del Norte.

Acuífero Calera

La zona geohidrológica Calera se localiza en la porción central del Estado de Zacatecas. El área cubre una superficie aproximada de 2,087.6 km², que representa el 2.8 % del territorio del Estado de Zacatecas; ocupando en su totalidad los municipios de Gral. Enrique Estrada y Morelos, y de manera parcial a los municipios de Calera, Fresnillo, Pánuco, Veta Grande y Zacatecas.

Existen pocos aprovechamientos de agua superficial, de reducida capacidad, pero de gran importancia para la zona; siendo estos los que a continuación se relacionan:

Tabla IV.14. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Calera

Nombre	Municipio	Capacidad instalada Mm ³	Corriente aprovechada	Beneficio has.
Arroyo de en medio	Gral. Enrique Estrada	2.9	A. Barrancos	230
Bordo Toribio	Calera	2.8	A. de En medio	620
Calera	Calera	2.0	A. Calera	207
La Bomba	Fresnillo	2.0	A. El Águila	457
Los Chilitos	Fresnillo	1.9	A. Prieto	-
El Peñasco	Gral. Enrique Estrada	1.6	A. Las Iglesias	135
Totales		13.2		1649

De acuerdo a la CONAGUA, los límites de la zona geohidrológica, coinciden con el parteaguas que delimita una cuenca superficial y subterráneamente cerrada. La recarga del acuífero proviene de la precipitación pluvial que se realiza sobre las sierras y lomeríos, la cual se infiltra y alimenta por flujo subterráneo horizontal al acuífero. Se efectúa también por los escurrimientos intermitentes de arroyos formados en las partes altas y que al llegar al contacto con los materiales granulares, parte de esta agua se infiltra.

Otro aspecto importante es la infiltración de agua que se precipita sobre el mismo valle y la infiltración en cauces de arroyos que escurren torrencialmente alimentando por flujo vertical al acuífero. Un volumen importante proviene de los retornos de riego por bombeo.

En condiciones naturales, la descarga debió de efectuarse a través de manantiales, por evapotranspiración en zonas con niveles someros y por flujo horizontal hacia las lagunas formadas en la porción Norte de la cuenca, donde una parte del agua almacenada se perdía por evaporación. En la actualidad la descarga se realiza de manera artificial por bombeo de pozos y norias y de manera natural un volumen pequeño está siendo drenado por flujo subterráneo hacia las lagunas Santa Ana y Sedano.

La dirección preferencial del flujo subterráneo es de Sur a Norte, en las porciones Este y Oeste dentro de los límites con las sierras y lomeríos, las líneas equipotenciales de elevación del nivel estático, se presentan ligeramente paralelas a estas, convergiendo en el centro del valle para continuar con dirección Norte, hacia las lagunas Santa Ana y Sedano (CONAGUA).

Geología estructural del acuífero

Según la CONAGUA, los principales rasgos estructurales son del Cenozoico, y están relacionados con la formación de una caldera y con una fase tectónica distensiva que originó sierras y valles en esta región. El centro volcánico desarrollado en Zacatecas corresponde a una caldera resurgente, cuyos principales rasgos estructurales que se distinguen son un sistema concéntrico y radial de fracturas, dos episodios de colapso isométrico y tres episodios de levantamiento. Las sierras de Zacatecas y Fresnillo, en su conjunto, son la expresión fisiográfica de pilares tectónico; y los valles adyacentes corresponden a fosas tectónicas originadas por una fase distensiva ocurrida a finales del Terciario y principios del Cuaternario, cuyas fallas normales presentan una orientación general Norte - Sur, y posteriormente, rellenadas por depósitos aluviales intercalados con material tobaceo.



Calidad del agua subterránea

De acuerdo con CONAGUA, las aguas subterráneas del acuífero Calera, con base en análisis fisicoquímicos, indican que es de buena calidad para todo uso. El contenido de sólidos totales disueltos (STD) varían de 309 a 1,339 partes por millón (ppm), con un promedio de 498 ppm. Por lo que el agua puede ser catalogada de acuerdo a la clasificación de Wilcox como C2 - S1, que consiste en aguas de salinidad media y poco sodio.

Las concentraciones más bajas se ubican en las porciones Occidental y Sur del acuífero, de donde se deduce que existe aportación subterránea de agua de reciente infiltración procedente de esas porciones. La concentración salina del agua se incrementa paulatinamente en dirección Este y Norte del valle.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Tabla IV.15. Cálculo para determinar la disponibilidad de aguas subterráneas según NOM-011 CNA-2000

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA
---	---	---------------------------	---	-------------------------------	---	---

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionadas e inscritas en el REPDA:

$$-60,679,523 = 83,880,000 - 1,260,000 - 143,319,523$$

La cifra $-60,679,523$ m³/año indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Calera en el Estado de Zacatecas.

Acuífero Aguanaval

Según lo publicado por la CONAGUA y en específico por la gerencia de aguas subterráneas, la zona geohidrológica de Aguanaval se localiza en la porción Central del Estado de Zacatecas, el área cubre una superficie aproximada de 3,180 km², que representa el 4.24 % del territorio estatal; ocupando de manera parcial a los municipios de Fresnillo, Cañitas de Felipe Pescador, Sain Alto, Río Grande, Jerez y un porción muy pequeña del municipio de Susticacán.

Dentro del acuífero Aguanaval existen algunas presas de almacenamiento de importancia, mismas que a continuación se relacionan.

Tabla IV.16. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Aguanaval

Nombre	Municipio	Capacidad instalada Mm ³	Corriente aprovechada	Beneficio Has.
Leobardo Reynoso Gutierrez (Trujillo)	Fresnillo	118.0	R. Aguanaval	4, 892
Santa Rosa	Fresnillo	14.0	R. Chico	509
Carta de los Deberes y Derechos (Cabrales)	Fresnillo	6.5	R. Chico	457
San Juan de la Casimira	Fresnillo	1.0	A. El Angelito	100
San Juan de los Hornillos (los Hornos)	Fresnillo	1.0	A. Los Hornos	112
San Cristóbal de Abajo	Fresnillo	6.0	A. El Monte	-
El Sauz (Fresnillito)	Fresnillo	1.6	A. Guadalupe	300
Guadalupe Trujillo	Fresnillo	0.96	A. El Refugio	87
Total		149.6		6, 457

Además existen numerosos bordos y tanques que sumados con las presas constituyen un grupo importante de almacenamiento de aguas superficiales

Los límites de la zona geohidrológica coinciden con el parteaguas que delimita una cuenca que posiblemente tenga continuidad subterránea hacia la zona geohidrológica de El Palmar.

La recarga que recibe el acuífero proviene de la precipitación pluvial que se realiza sobre las sierras, mesetas y lomeríos, la cual, una parte se infiltra a través del fracturamiento de las rocas volcánicas, y alimenta por flujo subterráneo al acuífero. Otra parte de la precipitación que se realiza en las zonas de recarga, escurre superficialmente, infiltrándose parte de este escurrimiento al llegar al contacto con los materiales granulares. Existe la posibilidad que se tengan también entradas por flujo horizontal de la zona de Abrego, con la cual, se estima, que existe continuidad hidráulica a través de rocas volcánicas fracturadas y por las infiltraciones que se dan en el vaso de la presa Leobardo Reynoso, sin embargo este volumen no se tiene cuantificado.

Así mismo, la recarga se realiza por la infiltración de agua que se precipita sobre el mismo valle, alimentando por flujo vertical al acuífero. Un volumen importante proviene de los retornos de riego que se realiza con aguas de la presa antes mencionada y por bombeo del mismo acuífero.

La descarga de agua subterránea es principalmente por bombeo de pozos y norias; y por flujo base del Río Aguanaval en la parte baja de la cuenca, en las proximidades del poblado Río de Medina, sin embargo, no está cuantificado el caudal base puesto que se carecen de estaciones hidrométricas en el tramo del río donde su comportamiento es efluente, comparativamente este volumen es despreciable con respecto al bombeo. Se tienen además salidas por evaporación y evapotranspiración a lo largo del cauce del Río Aguanaval.

La dirección preferencial del flujo subterráneo es de Sur a Norte, en las porciones Este y Oeste dentro de los límites con las sierras mesetas y lomeríos, las líneas equipotenciales de elevación del nivel estático, se presentan ligeramente paralelas a estas, convergiendo en el centro del valle para continuar con dirección Sur.



Geología estructural del acuífero Aguanaval

En el área se pueden identificar dos fases tectónicas de deformación principales; la primera, de carácter compresivo tuvo lugar a finales del Cretácico y principios del Terciario y fue la responsable del plegamiento de las rocas sedimentarias Mesozoicas, cuya morfología fue cubierta con la depositación de un potente paquete de rocas volcánicas. La segunda fase tectónica de deformación ocurrió durante el Terciario, fue de carácter distensivo y se refleja en la existencia de fracturas y algunas fallas normales las cuales fueron enmascaradas por depósitos del Reciente.

Calidad del agua subterránea

La composición hidrogeoquímica de las aguas subterráneas pertenecientes al acuífero Aguanaval, de acuerdo a análisis físicoquímicos indica que es de buena calidad para todo uso y no requiere tratamiento alguno, los resultados de interpretación muestran tres familias principales de agua para el acuífero: a) Bicarbonatada cálcica, la cual se localiza en la parte central del acuífero; b) Bicarbonatada mixta, la cual se extiende hacia la parte Centro-Sur del mismo y c) Bicarbonatada sódica, la cual se localiza hacia la zona Centro –Sur del manto freático.

La presencia del ion bicarbonato y el ion sodio, se puede explicar debido a la amplia distribución de calizas y reacciones naturales entre el agua, el CO₂, y la disolución de minerales existentes en las riolitas, tobas y basaltos.

Censo de aprovechamiento e hidrometría en el acuífero Aguanaval

De acuerdo al inventario de aprovechamientos hidráulicos subterráneos realizado durante el estudio del año 1992, en la zona de Aguanaval se tiene la existencia de 794 obras, de las cuales 769 están activas y 25 inactivas. De acuerdo al tipo de aprovechamiento, de las obras activas, 620 son pozos y 149 corresponden a norias.

Atendiendo su uso, de los 620 pozos, 551 son destinados a la agricultura, 32 para abastecimiento de agua potable, 31 son con fines doméstico - pecuario y 6 son industriales. De las norias, 117 son destinadas a la agricultura, 16 para abastecimiento de agua potable de rancherías y pequeñas comunidades y 16 para fines doméstico - pecuario. En conjunto, estas obras extraen un volumen anual de 102 Mm³/año, del cual 95.77 Mm³/año es para uso agrícola, 4 Mm³/año se emplea en agua potable y servicios, 2 Mm³/año para doméstico - pecuario y 0.23 Mm³/año para fines industriales.

Disponibilidad del agua subterránea en el acuífero Aguanaval

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplicó el mismo procedimiento explicado en el apartado de disponibilidad del acuífero Calera indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado, e inscrito en el REPDA:

$$-93, 739, 810 = 85, 670, 000 - 9, 470, 000 - 169, 969, 810$$

La cifra $-93,739,810 \text{ m}^3/\text{año}$ indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Aguanaval en el Estado de Zacatecas.

Aprovechamientos de agua subterránea dentro del SA

Según información del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), dentro del Sistema Ambiental delimitado para este proyecto se localizan 63 aprovechamientos, 57 de los cuales están dentro del acuífero Calera, mientras que 6 de ellos son parte del acuífero Aguanaval, esto se aprecia en la Figura IV.24.

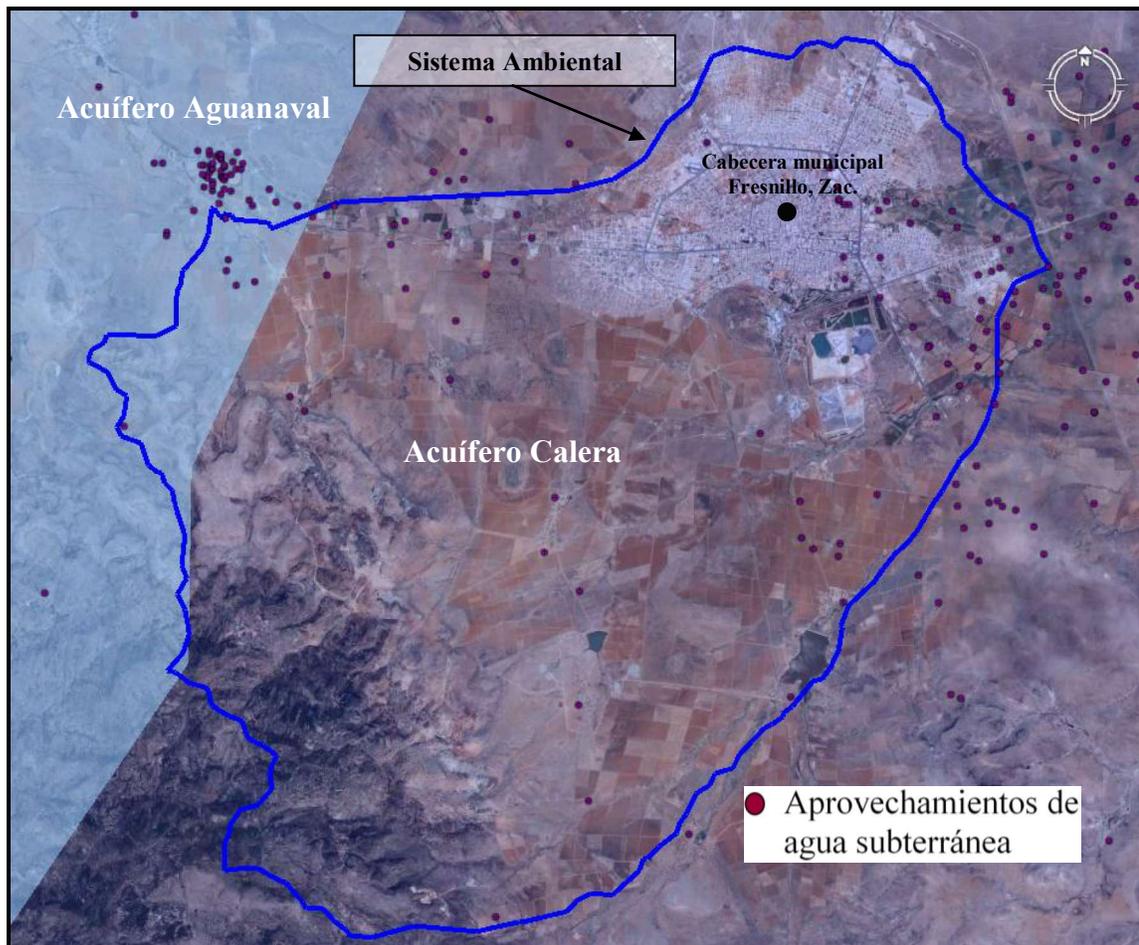


Figura IV.24. Aprovechamientos de agua subterránea dentro del SA según el REPDA

La mayor parte de los aprovechamientos de aguas subterráneas dentro del SA están destinados a la actividad agrícola (riego de cultivos de Chile y frijol).

En específico, dentro del Sistema Ambiental se presentan 2 unidades geohidrológicas, una de ellas es el material consolidado con posibilidades bajas y se distribuye de forma uniforme en el lado más Occidental casi al margen de la sierra de Fresnillo y en pequeñas porciones distribuidas en el centro y Este de toda el área de estudio. También se localiza la unidad geohidrológica de material no consolidado

con rendimiento alto (40 lps), lo que indica un área donde la infiltración al acuífero es más eficiente, esto se observa en la Figura IV. 25.

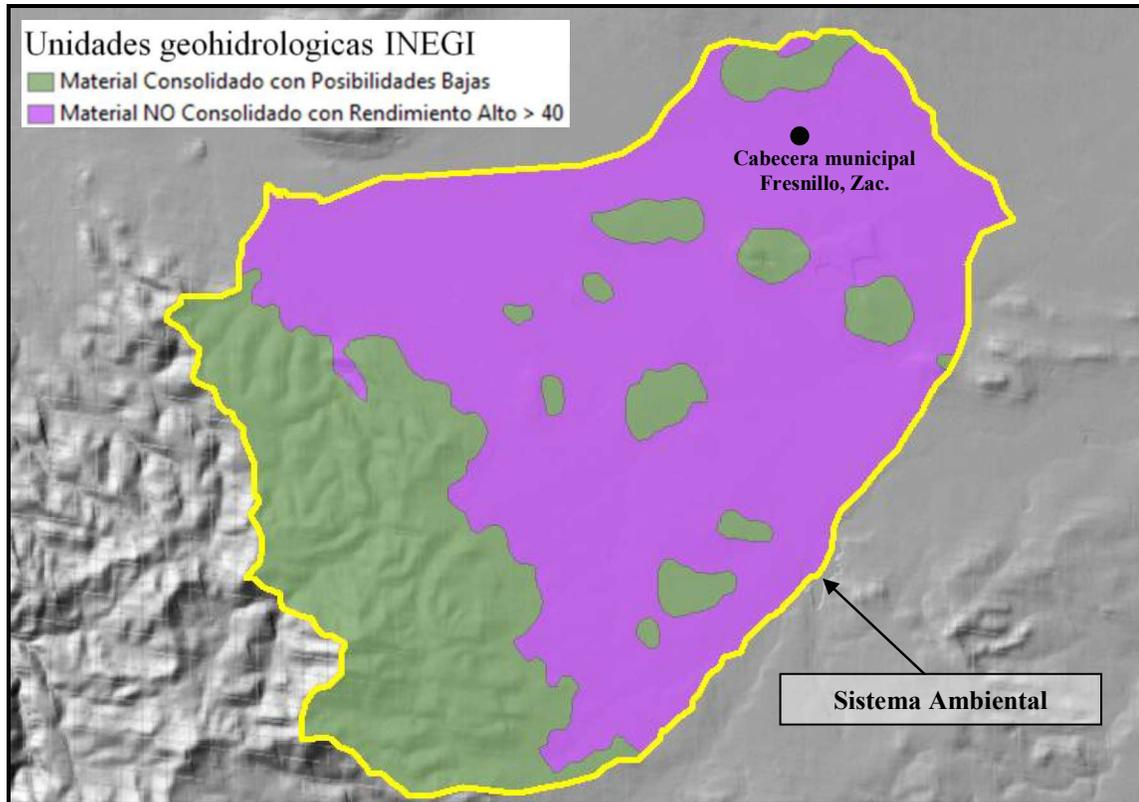


Figura IV. 25. Unidades geohidrológicas dentro del SA según INEGI

En la figura anterior se observa claramente la zona donde prevalece el material no consolidado con rendimiento alto y parece guardar una gran concordancia con la topografía del lugar, es decir, las zonas más planas en el área de estudio presentan posibilidades altas, mientras que las zonas más escarpadas como por ejemplo la sierra de Fresnillo presenta materiales consolidados con posibilidades bajas.

La CONABIO caracteriza a los acuíferos desde un punto de vista de eras geológicas y los tipos de roca existentes.

Enseguida en la Figura IV.26 se presenta la hidrogeología dentro del SA según CONABIO, en ella se observa una isolínea que divide el área de estudio, en la parte Centro y Oeste se presentan rocas del Cenozoico medio volcánico, y en la parte Este y Noreste rocas del Pleistoceno y reciente.

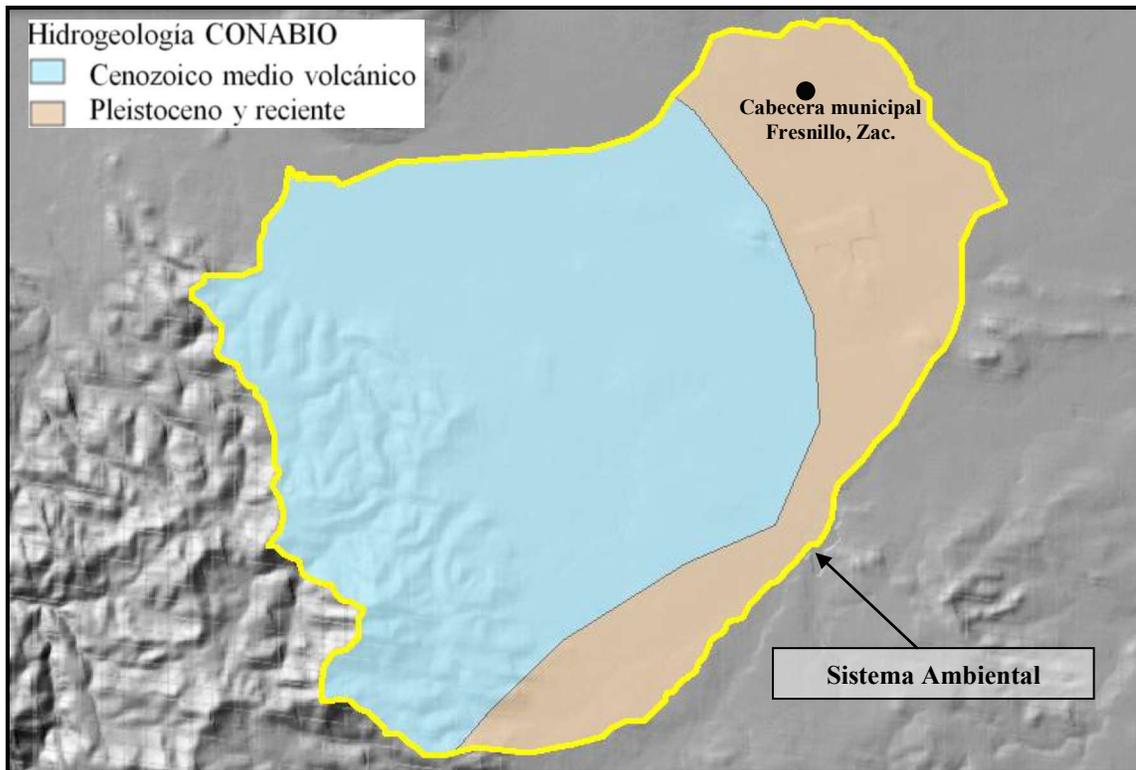


Figura IV.26. Unidades hidrogeológicas dentro del SA según CONABIO

Dentro del Sistema Ambiental las rocas del Cenozoico medio volcánico como su nombre lo indica son rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas) predominantemente riolitas y con permeabilidad media a baja (localizada). Las riolitas que son las rocas predominantes son rocas ígneas volcánicas de color gris a rojizo con una textura de granos finos o a veces también vidrio y una composición química muy parecida a la del granito. A la riolita se le considera el equivalente volcánico del granito, lo que se agrega a otras evidencias que demuestran que el granito se origina a partir de magma tal como lo hace la riolita, solo que a mayor presión.

Las rocas que pertenecen al Pleistoceno y reciente son terrazas marinas, gravas, arenas y limos, ahí se forman depósitos aluviales y lacustres y la permeabilidad es media a alta (generalizada).

Se debe mencionar que actualmente, el proceso de desaguado de las minas subterráneas que operan debajo de varias zonas del SA, ha modificado de manera intensa y puntual las condiciones de los acuíferos, situación que puede ser reversible en la etapa de cierre de las minas, cuando se deje de drenar el agua que se infiltra a través de las rocas al interior de éstas.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación

El Sistema Ambiental se localiza dentro de las inmediaciones de la Mesa Central y la Sierra Madre Occidental, la cuales conforman una zona de considerable oscilación ambiental, debido al componente topomórfico (montañas y valles intermontanos), climático (variable precipitación que da



cabida a las afinidades de flora templada y xérica) en conjunción a la amplia gama de gradientes altitudinales, lo que permite el desarrollo de floras de distinto origen fitogeográfico (Neártico y Neotropical). Lo anterior hace importante el conocimiento del entorno florístico, en esta región fisiográfica cuyo patrimonio vegetal representa gran importancia para el país.

Por otro lado, los inventarios florísticos reflejan ó describen la riqueza de especies en una zona o región, y por su parte los estudios de vegetación tratan de establecer unidades de terreno más o menos homogéneas en cuanto a su composición y estructura florística.

El predio bajo estudio, se encuentra en el marco referencial de un sistema montañoso, que alberga comunidades vegetales de distintas fisonomías, cuyo desarrollo es moldeado en función del gradiente altitudinal, régimen térmico y precipitación pluvial, provocando la existencia de asociaciones arbóreas, con crecimiento lento y porte ramificado.

En esta zona se desarrollan rodales de vegetación templada, adaptados a bajas temperaturas y también a la sequía estacional, mediante estrategias ecofisiológicas (hojas aciculares de cutícula gruesa, hojas caducifolias, estructuras vegetales suculentas que evitan la evapotranspiración). Dentro del SA se reconocen tipos de vegetación clasificados como Matorral Crasicaule (MC) y Bosque de Encino (BE).

Descripción regional de la vegetación

La determinación de los tipos de vegetación, se hizo mediante la revisión de materiales bibliográficos (Rzedowski, 1978 y bases de datos en línea de la CONAFOR), para después corroborarse en campo y lograr una inferencia precisa. Lo anterior llevó a señalar la presencia de dos tipos de vegetación: Bosque de Encino y Matorral Crasicaule. A continuación se detallan las características de los tipos de vegetación antes mencionados.

Bosque de Encino (BE)

Los Bosques de Encino (*Quercus*) (BE), también conocidos como encinares, son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y subhúmedo, también pueden establecerse en áreas de clima cálido y en partes semiáridas, asociándose a veces con los matorrales xerófilos.

El pH de los suelos donde se establece, suele tener valores de 5.5 a 6.5 con abundante hojarasca y materia orgánica. La textura de los suelos donde se establece el encinar va de la arcilla a la arena. La precipitación de estas comunidades va de los 350 a más de 2,000 mm en algunas planicies costeras del Golfo de México, aunque la gran mayoría de los encinares reciben de 600 a 1,200 mm. Las amplitudes térmicas que imperan en estos bosques van de 12 a 20°C.

Los encinares de *Quercus magnolifolia*, ocupan usualmente los hábitats más secos dentro de las condiciones climáticas propias del bosque de pino y encino; en la parte central de Jalisco y en Zacatecas, pueden dominar hasta 2,600 m.s.n.m. En fisonomía y estructura varían desde matorrales de 3 a 5 m de alto, densos o espaciados, propios de la parte noreste de Jalisco, Aguascalientes y Zacatecas a bosques bajos y densos de 6 a 10 m de alto.



En el valle de México y en zonas aledañas, además de algunos ya mencionados, se presentan también bosques con *Quercus mexicana*, *Q. crassifolia*, *Q. laetay* *Q. deserticola*, además de otros más xerófilos, casi arbustivos, de *Q. greggiy* *Q. mexicana*.

De los numerosos tipos de matorrales que se originan como consecuencia de la destrucción de los encinares, uno de los más típicos es el de *Dodonaea viscosa*, comunidad de 1 a 2 m de alto y notable por el verdor permanente y fresco de sus hojas.

El matorral de *Arctostaphylos pungens*, por lo común, de más o menos un metro de alto, prospera de preferencia en lugares en que frecuentes incendios han destruido el encinar e impiden su restablecimiento. Igualmente mantenidos por el fuego o sucesionales en general, son algunos encinares arbustivos, como por ejemplo el de *Quercus microphylla* en ciertas partes del centro de México.

Matorral Crasicaule

Dentro del Matorral Xerófilo se presentan un gran número de comunidades de menor jerarquía, muchas de ellas poco estudiadas y algunas todavía por describirse, para el SA se puede extraer el subtipo “Matorral crasicaule”.

Bajo la denominación “Matorral crasicaule” se ha pretendido agrupar todas aquellas comunidades arbustivas de clima árido y semiárido en que un papel importante corresponde a plantas conspicuas de tallo suculento, o sea cactáceas grandes. En muchos casos, aunque no prevalezcan por su biomasa, estas plantas juegan el papel de “dominantes fisonómicas”.

La parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí presentan como cubierta vegetal un matorral de *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas “nopaleras” *O. streptacantha* y *O. leucotricha*. Esta comunidad se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C.

Algunos de los géneros que destacan son: *Yucca*, que puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos y se pueden mencionar a *Mimosa*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *Rhus*, *Larrea*, *Brickellia*, *Buddlejay* *Celtis*. Las condiciones de las zonas con este tipo de vegetación, van en función de la intensidad con la que se han realizado actividades de ganadería extensiva practicada en el área, en especial con cabras y ovejas.

Metodología de muestro

El total del área muestreada para el componente de vegetación fue de 1.28 ha, distribuidas en 32 subsitios de levantamiento de datos dasométricos (Anexo IV.28) A continuación se presenta un esquema del método de muestreo utilizado.

Para la toma de datos del análisis estructural y ecológico de la vegetación se utilizó la metodología para regiones tropicales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) utilizada para el

Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004-2009). La técnica consiste en la implementación de conglomerados que se dividen en 4 subsitios circulares de 11 m de radio, en los cuales se muestrea un área de 400 m², refiriéndose al muestreo como la toma de datos básicos tales como número de individuos, área basal, volumen forestal, entre otros, por cada especie. Para el presente estudio se realizó el levantamiento de 8 conglomerados subdivididos en 32 transectos o subsitios de muestreo florístico.

El muestreo en los 4 subsitios se realiza de dos formas: la primera tomando en cuenta los individuos forestales que posean un diámetro mayor de 7.5 cm, en un área de 400 m² (11 m de radio); el otro, es para individuos con un diámetro menor a 7.5 cm, para el que se generó otro muestreo de 2 m de radio dentro de uno de los sitios previamente muestreados.

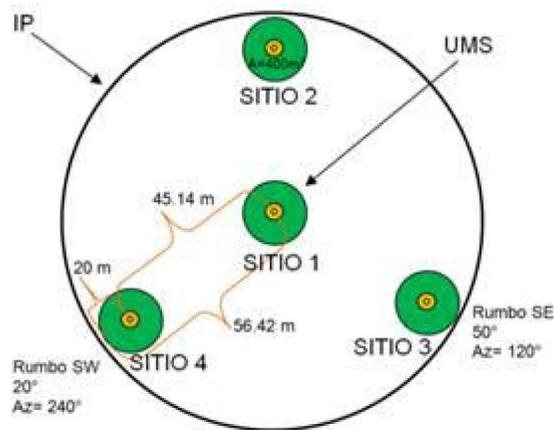


Figura IV.27. Estructura del método de muestreo de variables ecológicas

En el área muestreada se levantó un total de 261 individuos de 12 especies, siendo la especie más abundante el Nopal (*Opuntia robusta*) con 74 individuos. A continuación se presenta la Tabla IV.17 la cual describe el número de individuos muestreados por especie.

Tabla IV.17. Número de individuos del área muestreada

Taxa	Individuos muestreados
<i>Ziziphus amole</i>	1
<i>Mimosa biuncifera</i>	47
<i>Quercus deserticola</i>	14
<i>Opuntia robusta</i>	74
<i>Opuntia undulata</i>	31
<i>Acacia schaffnerii</i>	40
<i>Prosopis laevigata</i>	33
<i>Arctostaphylos pungens</i>	1
<i>Yucca carnerosana</i>	2
<i>Dodonaea viscosa</i>	15
<i>Schinus molle</i>	1
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2
Total	261

Descripción de la vegetación en el área del proyecto

Para la determinación de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto se llevaron a cabo recorridos dentro del SA, además de revisión bibliográfica, cartografía y relatos con la gente que vive en los alrededores, para así tener la percepción de la gente local con respecto a los recursos florísticos y su aprovechamiento, por lo tanto se infiere la presencia de dos tipos de vegetación, Matorral Crasicaule y Bosque de Encino.

A continuación se presenta a detalle las características de los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental, para más detalle revisar el reporte fotográfico integrado en el Anexo IV.29.

Bosques de Encino

Dentro del SA el BE se encuentra fragmentado en las partes más altas y existe en asociaciones de *Quercus deserticola*, *Arctostaphylos pungens* y *Dodonaea viscosa*, que estas dos últimas a su vez se han establecido a causa del disturbio.

Matorral Crasicaule

El Matorral Crasicaule dentro del SA, tiene una gran distribución y se conforma de áreas con incidencia de *Acacia schaffnerii* y *Opuntia robusta*, con inserciones variables de *Mimosa biuncifera*, la cual proporciona cobertura de protección contra el ingreso del ganado, no obstante en otros sitios está ausente.

Caracterización de la vegetación en el área del proyecto (listado florístico)

Dentro del SA se inventariaron 26 familias y 49 especies, siendo Asteraceae y Cactaceae las más abundantes (seis especies cada una). A continuación se presenta la Tabla IV.18 el listado florístico obtenido durante los recorridos dentro del SA.

Tabla IV.18. Listado florístico del sitio de estudio

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
FILICOPHYTA	FILICOPSIDA	ADIANTACEAE	<i>Adiantum capillus-veneris</i> <i>Pteridium feei</i>	Desconocido
PINOPHYTA	PINOPSIDA	PINACEAE	<i>Pinus cembroides</i>	Piñonero
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus hybridus</i> <i>Amaranthus palmeri</i>	Amaranto Quelite
		APIACEAE	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Hierba del sapo
		ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i>	Pirul
		ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias linaria</i>	Chichi de burro

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
		ASTERACEAE	<i>Baccharis bigelovii</i> <i>Cirsium ochro centrum</i> <i>Roldana hartwegii</i> <i>Stevia serrata</i> <i>Verbesina encelioides</i> <i>Zinnia peruviana</i>	Desconocido Cardo Sombbrero Soperare desconocido desconocido
		CACTACEAE	<i>Cylindropuntia imbricata</i> <i>Echinocereus rigidispinus</i> <i>Echinocereus stramineus</i> <i>Opuntia robusta</i> <i>Opuntia undulata</i> <i>Mammillaria wagneriana</i>	Choya Biznaguita Biznaguita Nopal Nopal Biznaga
		CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea rastrera</i>	Desconocido
		ERICACEAE	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita Sangre de drago
		EUPHORBIACEAE	<i>Jathropha dioica</i>	
		FAGACEAE	<i>Quercus deserticola</i>	Encino
		FABACEAE	<i>Acacia schaffnerii</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i> <i>Mimosa biuncifera</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Zornia thymifolia</i>	Huizache Palo dulce Gatuño Mezquite Hierba víbora
		LAMIACEAE	<i>Salvia elegans</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Salvia Eucalipto
		MYRTACEAE		
		OXALIDACEAE	<i>Oxalis decaphylla</i>	Agrito
		RHAMNACEAE	<i>Ziziphus amole</i>	Amole
		RUTACEAE	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Desconocido
	LILIOPSIDA	AGAVACEAE	<i>Agave durangensis</i> <i>Agave filifera</i>	Mezcal Lechuguilla
		BROMELIACEAE	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallitos
		COMMELINACEAE	<i>Commelina dianthifolia</i> <i>Commelina coelestis</i>	Desconocido Desconocido
		CYPERACEAE	<i>Cyperus squarrosus</i>	Desconocido
		LILIACEAE	<i>Dasyilirion wheeleri</i> <i>Milla biflora</i> <i>Yucca carnerosana</i>	Sotol Azucena Yuca
		POACEAE	<i>Chloris virgata</i>	Desconocido

DIVISIÓN	CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
			<i>Bouteloua gracilis</i>	Desconocido
			<i>Muhlenbergia montana</i>	Desconocido
			<i>Calamagrostis pringlei</i>	Desconocido
			<i>Festuca rubra</i>	Desconocido

Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

En México existen leyes y normas que promueven la conservación y uso racional de los recursos, entre ellas está la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Dentro del SA no se encontraron especies bajo algún estatus de protección según la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Las condiciones de baja precipitación, también el alto grado de disturbio por actividades de ganadería y falta de nodrizaje debido al pastoreo, es una razón por la que no se albergan en el sitio especies con requerimientos particulares, que pudieran desarrollar poblaciones escasas o disyuntas que puedan ser consideradas dentro de la norma antes mencionada.

Especies de interés (uso comercial, local, difícil regeneración etc.)

Dentro del SA se identificaron 5 especies a las que se les da algún tipo de uso (comercial, local, etc.), algunas de ellas para la elaboración de bebidas alcohólicas, otras para hacer carbón, o usar como leña etc. A continuación se presentan la Tabla IV.19, acerca de los usos que se le dan a algunas especies de flora dentro del SA.

Tabla IV.19. Usos que se le da a la flora dentro del SA

Especie	Nombre común	Uso
<i>Quercus deserticola</i>	Encino	Carbón
<i>Dasyilirion wheeleri</i>	Sotol	Bebida
<i>Agave durangensis</i>	Mezcal	Bebida
<i>Echinocereus rigidispimus</i>	Biznaga	Ornamental
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	Leña

Estructura de la vegetación

El sitio del proyecto se compone de una comunidad de Bosque de Encino la cual se erige de los 2 a los 4 m de alto, siendo *Quercus deserticola*, la especie que domina y se asocia con *Arctostaphylos pungens*. Otra estratificación concierne al Matorral Crasicaule con individuos de 1 a 3 m de alto de *Acacia Schaffnerii* y *Opuntia robusta*.

A continuación se presentan la Figura IV.28 y la Figura IV.29, las cuales describen la estructura de la vegetación presente dentro del SA.

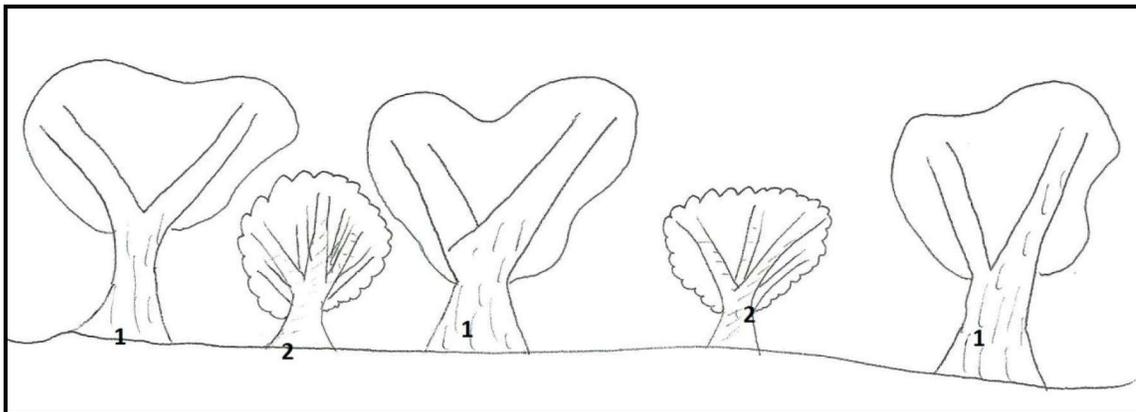


Figura IV.28. Estratificación del sitio de estudio: 1.-*Quercus deserticola*, 2.- *Arctostaphylo spungens*

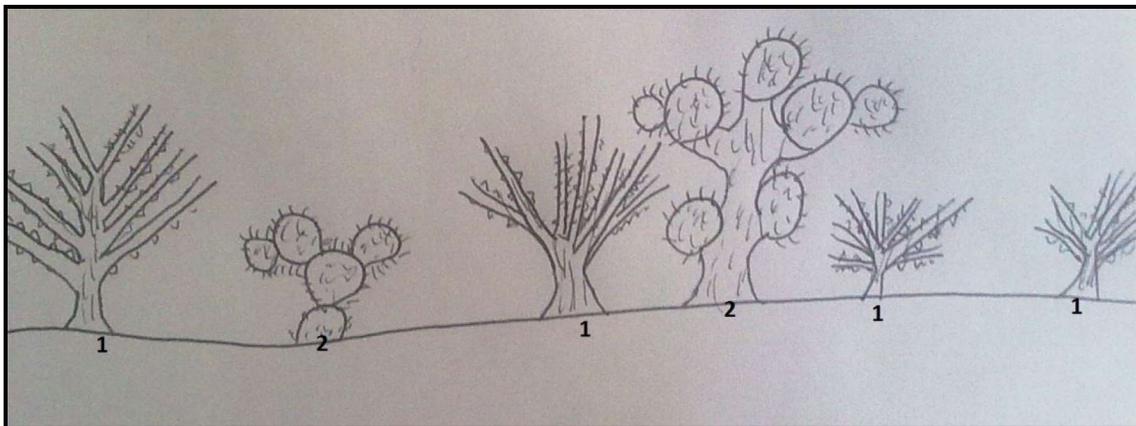


Figura IV.29. Estratificación del sitio de estudio: 1.-*Acacia schaffnerii*, 2.-*Opuntia robusta*

Frecuencia absoluta y relativa por especie

La frecuencia está dada por el porcentaje de ocurrencia de cada especie durante el muestreo. Durante el trabajo de campo la especie más frecuente fue el Nopal (*Opuntia robusta*), la cual acumuló una frecuencia absoluta de 53.125, lo que indica que el Nopal fue la especie que más apareció en los conglomerados del área muestreada (1.28 ha) dentro del área de estudio delimitada para el proyecto.

A continuación se presenta la Tabla IV.20 de frecuencia ecológica dentro del área de muestreo y la Figura IV.30 que muestra la frecuencia absoluta y relativa en el área de muestreo.

Tabla IV.20. Frecuencia ecológica de la flora en el área de muestreo.

Taxa	Nombre común	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	53.125	28.333333
<i>Acacia schaffnerii</i>	Huizache	28.125	15
<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño	28.125	15
<i>Opuntia undulata</i>	Nopal	21.875	11.666667
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	18.75	10
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	9.375	5
<i>Quercus deserticola</i>	Encino	6.25	3.333333
<i>Yucca carnerosana</i>	Yuca	6.25	3.333333
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Choya	6.25	3.333333
<i>Ziziphus amole</i>	Amole	3.125	1.666667
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	3.125	1.666667
<i>Schinus molle</i>	Pirul	3.125	1.666667

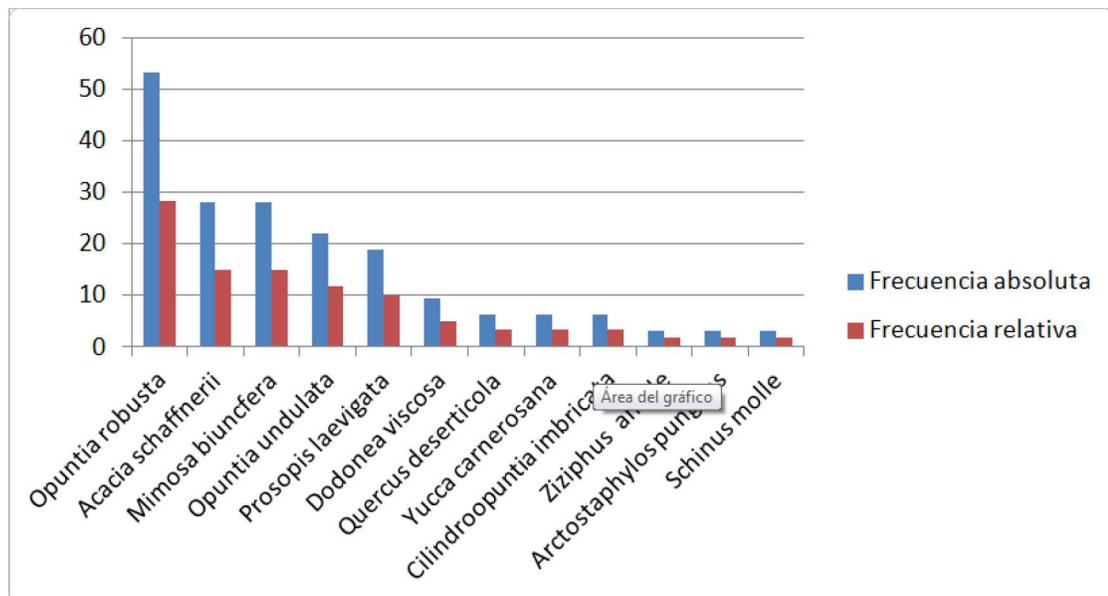


Figura IV.30. Frecuencia absoluta y relativa de variables ecológicas del área de estudio

Densidad absoluta y relativa por ha por cada especie

La densidad se considera como el número de individuos de cada especie registrados por unidad de área (ha). Con base en los resultados obtenidos en campo, se estimó la densidad absoluta y relativa de cada especie por ha, de esta manera se obtuvo que el Nopal (*Opuntia robusta*) es la especie que acumuló mayor densidad absoluta y relativa (57.8125 y 28.3524 respectivamente). A continuación se presenta la Tabla IV.21 y la Figura IV.31 de densidad absoluta y relativa.

Tabla IV.21. Densidad absoluta y relativa de variables ecológicas en el predio del proyecto.

Taxa	Nombre común	Densidad absoluta	Densidad relativa
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	57.8125	28.35249
<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño	36.71875	18.007663
<i>Acacia schaffnerii</i>	Huizache	31.25	15.32567
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	25.78125	12.643678
<i>Opuntia undulata</i>	Nopal	24.21875	11.877395
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	11.71875	5.7471264
<i>Quercus deserticola</i>	Encino	10.9375	5.3639847
<i>Yucca carnerosana</i>	Yuca	1.5625	0.7662835
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Choya	1.5625	0.7662835
<i>Schinus molle</i>	Pirul	0.78125	0.3831418
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	0.78125	0.3831418
<i>Ziziphus amole</i>	Amole	0.78125	0.3831418

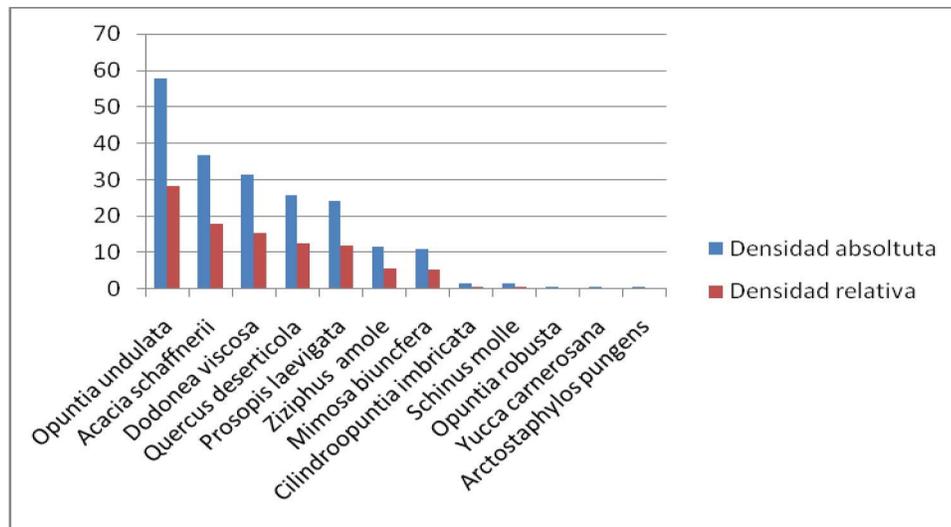


Figura IV.31. Densidad absoluta y relativa de variables ecológicas del Sistema Ambiental

Con base en el muestreo realizado se estima que se removerá un total de 205 individuos por ha. A continuación se presenta la Tabla IV.22, en ella se muestra el desglose del número de individuos a desmontar por especie dentro del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Tabla IV.22. Especies a remover en el predio del proyecto por hectárea

Taxa	Individuos a remover por ha
<i>Opuntia robusta</i>	58
<i>Mimosa biuncifera</i>	37
<i>Acacia schaffnerii</i>	31
<i>Prosopis laevigata</i>	26

Taxa	Individuos a remover por ha
<i>Opuntia undulata</i>	24
<i>Dodonaea viscosa</i>	12
<i>Quercus deserticola</i>	10
<i>Yucca carnerosana</i>	2
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2
<i>Schinus molle</i>	1
<i>Arctostaphylos pungens</i>	1
<i>Ziziphus amole</i>	1
Total	205

Cobertura vegetal (absoluta y relativa)

La cobertura (dominancia) de las comunidades vegetales, se compone de las especies que más unidades de superficie (metros cuadrados) acumulan en el suelo forestal y su porcentaje con respecto a la extensión muestreada. La especie más representativa en cuanto a cobertura absoluta y relativa por hectárea fue *Acacia schaffnerii* (9.20703125 m²), esto debido a la alta presencia de individuos en los sitios de muestreo. Enseguida se presenta la Tabla IV.23 y la Figura IV.32 de cobertura absoluta y relativa dentro del SA.

Tabla IV.23. Cobertura absoluta y relativa en el predio del proyecto

Taxa	Nombre común	Dominancia absoluta	Dominancia relativa
<i>Acacia schaffnerii</i>	Huizache	9.20703125	54.07724574
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3.1015625	18.21694235
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	1.55859375	9.154357679
<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño	0.8484375	4.983274406
<i>Yucca carnerosana</i>	Yuca	0.71875	4.221558428
<i>Quercus deserticola</i>	Encino	0.560546875	3.292356709
<i>Schinus molle</i>	Pirul	0.46875	2.753190279
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	0.37453125	2.199799033
<i>Opuntia undulata</i>	Nopal	0.05859375	0.344148785
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	0.01953125	0.114716262
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Choya	0.09375	0.550638056
<i>Ziziphus amole</i>	Amole	0.015625	0.091773009

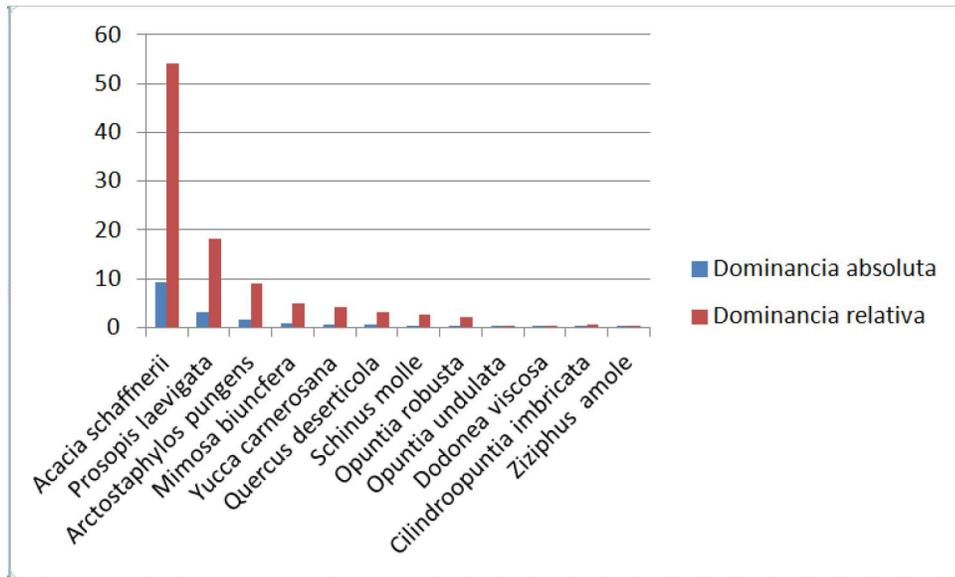


Figura IV.32. Cobertura absoluta y relativa de variables ecológicas del predio

Volúmenes

Para la determinación de los volúmenes forestales dentro del SA, se utilizaron tablas de volumen y la técnica de segmentación visual, esta es un procedimiento sencillo que consiste en dividir el árbol en trozas de forma hipotética, dependiendo de la arquitectura del árbol. Después de manera visual desde el suelo, se calcula tanto el diámetro como la longitud de cada troza; al final se realiza una sumatoria del volumen de toda la trocería.

Para determinar el volumen maderable y así realizar dicha estimación, se aplicó la fórmula propuesta por Hubers, en Eugene y Burkert (1983).

$$V = PT * L * r^2 \text{ (m}^3\text{)}$$

Donde:

PT = constante de valor de circunferencia “pi” (3.1416)

L = Longitud de troza (m)

r = radio del fuste (m)

Como resultado se obtuvo un volumen forestal total por ha de 3.46550122 m³. La especie que mayor volumen acumuló fue *Prosopis laevigata* con .835602768 m³. A continuación se presenta la Tabla IV.24 y la Figura IV.33 de los volúmenes forestales por ha por especies dentro del SA.

Tabla IV.24. Volúmenes forestales en el predio del proyecto

Taxa	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	0.835602768
<i>Acacia schaffnerii</i>	0.770176592
<i>Quercus deserticola</i>	0.7175

Taxa	Volumen (m ³)
<i>Opuntia robusta</i>	0.703214079
<i>Opuntia undulata</i>	0.222794418
<i>Yuccacarnerosana</i>	0.106029
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.063729885
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.019001842
<i>Arctostaphylospungens</i>	0.000812496
<i>Schinus molle</i>	0.01979208
<i>Cylindropuntiaimbricata</i>	0.00659736
<i>Ziziphus amole</i>	0.0002507
Total	3.46550122

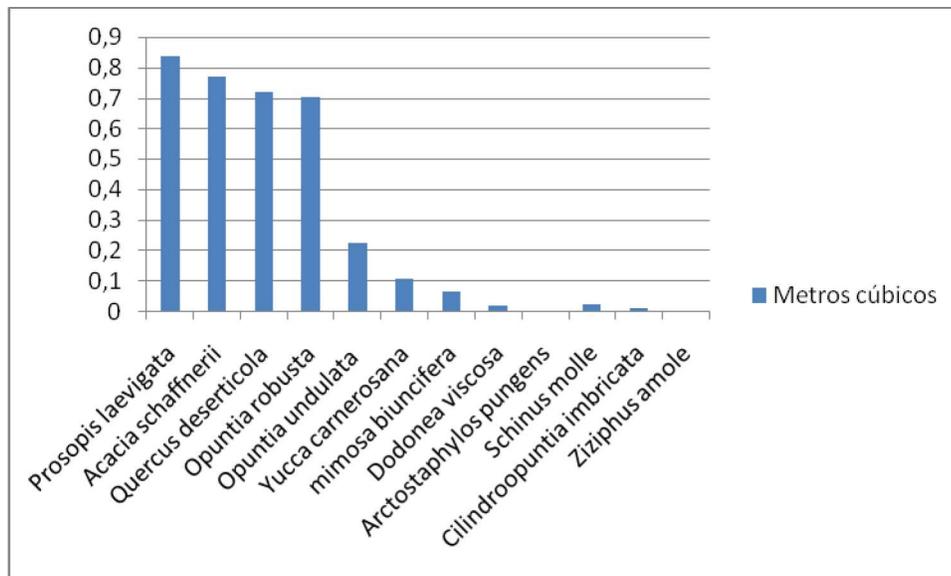


Figura IV.33. Volúmenes forestales del predio

Una vez determinado el volumen aproximado de material vegetal a remover por hectárea se procedió a realizar una Clasificación Espectral de la Vegetación (CEV) (Anexo IV.30). Con base en esa clasificación y en los muestreos en campo se logró determinar la superficie que abarca cada tipo de vegetación dentro del SA y sobre todo determinar la superficie y tipo de vegetación que se desarrolla en las áreas donde se pretende desarrollar el proyecto. Enseguida la metodología para la CEV.

Técnica utilizada para la clasificación de la vegetación

El trabajo se elaboró, mediante la utilización de un software especializado para procesamiento de imágenes digitales con los siguientes programas ERDAS 9.1, ARC INFO 7.02 y ARCGIS 9.3.

La clasificación espectral de la vegetación tuvo como objetivo principal, identificar los diferentes tipos de comunidades vegetales y usos de suelo presentes en las diferentes zonas, donde se desarrollará alguna obra o actividad enmarcada en el proyecto, esta clasificación se dividió en varias etapas, las cuales se describen a continuación:

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

La ortofoto, con una resolución de píxel de 1.5 m, fue convertida a los formatos digitales adecuados para los software utilizados, se validó su coerción geométrica y geoposicionamiento con puntos de control e información cartográfica digital vectorial de diferentes fuentes y a diferentes escalas y posteriormente se integraron las imágenes en un mosaico fotogramétrico, asimismo se corrió el proceso de remuestreo con una ortofotografía.

2. Ubicación de sitios de evaluación de campo y delimitación de polígonos de estadísticas supervisadas

La primera etapa consistió en establecer áreas de vegetación representativa en una ortofoto, posteriormente, se identificaron en campo los tipos de vegetación presentes en estas áreas y se determinó su composición florística. El trabajo en campo permitió también establecer, posteriormente el número y tipo de clases para el proceso de clasificación supervisada de la imagen, las cuales fueron de tres clases para una visualización del total del espectro de tipos de vegetación y de suelos (bosque de encino, matorral crasicaule y suelos sin vegetación aparente) dentro del área de estudio.

Con base en los trabajos de levantamiento de campo, se compiló la información de los tipos de vegetación, creando bases de datos con coordenadas geográficas “X, Y, Z” para ubicar en el sistema de información los puntos de evaluación florística. Con esta información se procedió a elaborar polígonos de entrenamiento y puntos de control espectral para las diferentes comunidades presentes en la zona de estudio.

3. Determinación y evaluación de firmas espectrales

Posteriormente se llevó a cabo un análisis digital de la imagen, que consistió en la evaluación de las firmas espectrales de cada uso de suelo y cobertura vegetal y el proceso de clasificación mediante el algoritmo de máxima similitud, para seleccionar las más confiables y representativas, las cuales se utilizaron para la clasificación.

4. Aplicación del proceso de clasificación

Una vez obtenidas las firmas espectrales ya validadas, se procesa mediante algoritmos matemáticos basados en covarianzas y desviaciones estándar para agrupar los píxeles de la imagen en nubes, dentro de un hiperespacio de 6 dimensiones, aquellos píxeles cuya posición se encuentra externa a las nuevas agrupadas matemáticamente, son integradas a la más próxima mediante algoritmos de mínima distancia para cubrir de manera integral la totalidad de los puntos.

5. Validación de la clasificación con personal de trabajo de campo

Generada la clasificación espectral del área de estudio, se imprimió un mosaico de mapas de baja escala para ser revisados por los especialistas de campo, cotejando así el mapeo creado con sus notas de campo.

6. Integración al sistema de información geográfica

Obtenidas las imágenes de Clasificación Espectral de la Vegetación y de cobertura de suelos se convirtieron en archivos “grid” de Arc-Info y se ingresaron al sistema de información geográfica general del proyecto. Una vez creados los polígonos de interés se procedió a sobreponer los archivos vectores a la clasificación de la imagen, para ejecutar una operación algebraica de mapas en cálculo de áreas sobre las áreas específicas donde se desarrollará el proyecto, tanto de zonas desprovistas de vegetación como de zonas con vegetación silvestre. Con base en este corte de capas se logra cuantificar la superficie a afectar en toda el área del proyecto para cada tipo de vegetación.

Como resultado del muestreo y de la CEV, se concluye que dentro de la huella del proyecto, el tipo de vegetación a afectarse corresponde a bosque de encino, matorral crasicuale y suelo sin vegetación aparente con una superficie total de 5.9846 hectáreas, además de áreas de cultivo las cuales cubren 3.2196 ha, por lo tanto el área total a desmontar será de 9.2041 ha.

Valor de importancia relativa (VIR)

El valor de importancia relativa de cada especie resulta de la suma de la densidad relativa, frecuencia relativa y cobertura relativa (cobertura absoluta: $C_i = (a_i * D_i) / n_i$ y cobertura relativa: $CR_i = (C_i / \sum C) * 100$), lo cual nos indica cual es la especie que tiene mayor representatividad e importancia tomando en cuenta todas las variables anteriormente mencionadas. La especie que tiene la mayor importancia es *Acacia schaffnerii* con 84.40291624. A continuación se presenta la Tabla IV.25 y la Figura IV.34 que refiere al valor de importancia relativa dentro del SA.

Tabla IV.25. Valor de importancia relativa en el predio del proyecto

Taxa	Nombre común	VIR
<i>Acacia schaffnerii</i>	Huizache	84.40291624
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	58.88562279
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	40.86062051
<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño	37.99093724
<i>Opuntia undulata</i>	Nopal	23.88821009
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	11.20416611
<i>Quercus deserticola</i>	Encino	11.98967472
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	10.8618427
<i>Yucca carnerosana</i>	Yuca	8.321175287
<i>Schinus molle</i>	Pirul	4.802998709
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Choya	4.650254914
<i>Ziziphus amole</i>	Amole	2.141581438

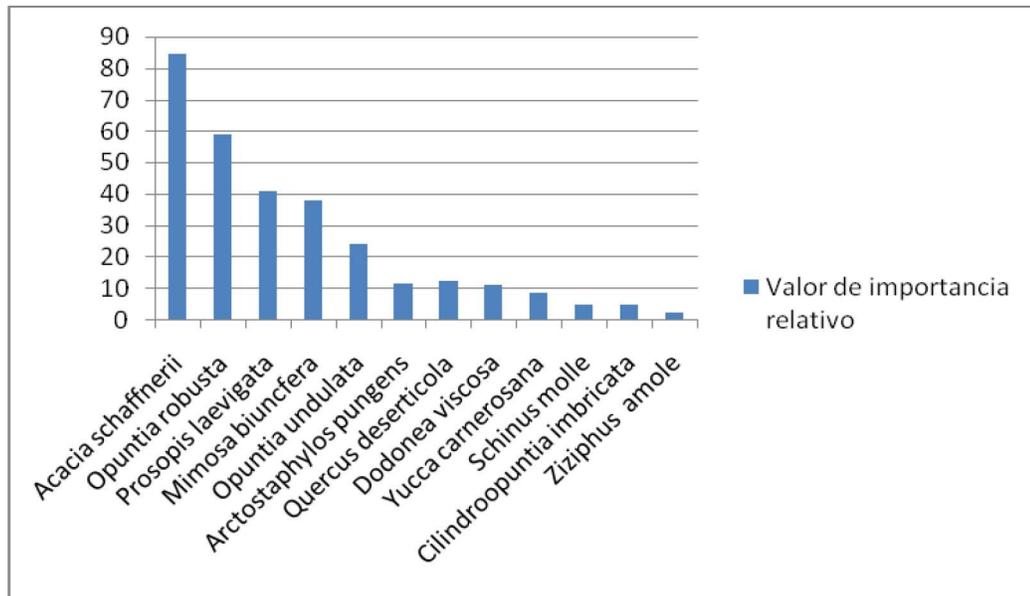


Figura IV.34. Valor de Importancia Relativa del predio

Índice de diversidad de especies

La diversidad de especies nos indica el nivel de heterogeneidad de los ecosistemas y la complejidad de interacciones, que pueden dar por resultado la rareza de las especies que se encuentran en el área de estudio. Requiere de dos tipos de datos, el número de especies y el número de individuos de cada especie.

Para la obtención de la diversidad del sitio se utilizó el programa Past 2.0 (Universidad de Oslo) que se basa en el índice de diversidad de Shanon-Wiener, para poder estimar la heterogeneidad del componente vegetal dentro del SA. El programa se basa en el procesamiento de la siguiente fórmula:

La fórmula es la siguiente:

$$H' = \sum (p_i) (\ln p_i)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad

p_i = Proporción del total de la muestra perteneciente a las "i" especies

(ln) = Logaritmo natural.

Dentro del SA se obtuvo un nivel de diversidad de 1.9278 el cual se considera como un nivel bajo. Las actividades de pastoreo de ganado vacuno, ovino y caprino dentro del SA, ha reducido drásticamente la heterogeneidad del sitio.



Diagnóstico forestal

El área donde se pretende desarrollar el proyecto, contiene un componente de baja precipitación y ganadería, lo cual dificulta llegar a tener coberturas de vegetación considerables, la ganadería al impactar la vegetación, fomenta la erosión continua de los suelos y el ramoneo elimina los estratos de vegetación que aseguran la continuidad del arbolado dentro del SA.

Recomendaciones forestales para conservación, restauración, desmontes planeados y rescates.

Conservación y restauración

Será necesario promover la conservación y restauración de los suelos, mediante el rescate y aprovechamiento de los materiales obtenidos del desmonte, estos deberán utilizarse para llevar a cabo el acomodo del material vegetal muerto, de tal forma que retengan el suelo además de la materia orgánica que eventualmente absorberá la humedad pluvial manteniendo la estabilidad climática.

Desmontes planeados

Cuando se lleven a cabo las labores de desmonte, se deberá contemplar el trasplante de todas las cactáceas como nopales (*Opuntia*), biznaga (*Mammillaria*, *Cylindroopuntia*, *Echinocereus* etc), así como los Agaves, esto debido a que son especies consideradas como de lento crecimiento y su trasplante es relativamente sencillo. Lo anterior, contribuirá a la formación de barreras vivas que protegerán y retendrán los suelos. El trasplante deberá ser en zonas con pendientes donde puedan contribuir a la estabilización de las mismas. Las cactáceas como los nopales (separando cada penca) y las otras antes mencionadas, deberán ubicarse juntas en tiras de 10 m de largo perpendiculares a la pendiente para contribuir a la retención del suelo y disminución de la velocidad de escurrimiento pluvial.

Reforestación

Para la reforestación, se deberá fomentar la recuperación de la antigua comunidad de encinos, mediante la reforestación con *Quercus deserticola* a razón de 2 hectáreas anuales, utilizando la formación de micrositos, usando el sustrato rocoso del sitio ayudando a las plántulas a sobrevivir durante los tiempos de heladas y sequías. La reforestación deberá ser acompañada con la formación de barreras de piedra acomodada (40 cm de alto en franjas de 30 m de largo); estas obras permitirán la acumulación de suelo para tener un sustrato para las plántulas que se encontrará a un lado de dicha obra. Los trabajos antes mencionados deberán llevarse a cabo durante los meses de mayo y junio para aprovechar al máximo el temporal de cada año.

b) Fauna

La diversidad faunística dentro del SA delimitado exclusivamente para el proyecto está interrelacionada estrictamente con la vegetación y determinada por la variedad de microambientes conformados por la combinación de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). Esto da como resultado una diversidad homogénea en toda la región, con ciertas variantes por aspectos físicos muy sutiles.



Para iniciar con los trabajos de fauna, lo primero fue realizar una revisión bibliográfica de todos los grupos de vertebrados terrestres con potencial de ocurrencia dentro del SA. La revisión se basó en publicaciones acerca de las especies que se reportan en zonas aledañas al proyecto, bases de datos de colecciones zoológicas, notas científicas, reportes, etc. Con el fin de complementar el conocimiento de la fauna en el área del proyecto se tomaron en cuenta criterios de distribución como latitud, altitud, afinidad biogeografía, tipo de vegetación, fragmentación del hábitat y la existencia de elementos bióticos y abióticos necesarios para la presencia de las especies como es el caso de cuerpos de agua perenes, vegetación natural con buen estado de conservación etc., argumentando una similitud de hábitat entre el área de estudio y los citados en la literatura, complementando y ratificando la información generada principalmente con el trabajo de campo.

Para reconocer la fauna de importancia, se consultaron y utilizaron para todos las especies, las categorías de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como objetivo principal del muestreo se planteó realizar un listado para conocer la riqueza de especies presentes dentro del SA, así como identificar a las que pudiesen estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para así poder determinar las posibles afectaciones por el desarrollo de las actividades del proyecto y proponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación según se requiera. Se identificaron también a las especies que, por sus hábitos y biología pueden ser consideradas como de baja movilidad y que eventualmente serían el objetivo de posibles trabajos (reubicación de fauna).

Para el levantamiento de datos de fauna dentro del SA se realizaron 4 visitas. Las visitas se efectuaron los días 17, 18, 19 y 20 de Abril de 2012 (temporada de estiaje).

Durante los días antes indicados se inició el muestreo a las 08:45 hrs y se trabajó hasta las 14:00 hrs, se tomaban 45 minutos de descanso (horario de comida) y se reanudaba el trabajo a las 14:45 hrs, concluyendo el día de trabajo alrededor de las 17:30 hrs. El trabajo corrió a cargo de 2 biólogos especializados en el trabajo con fauna, de manera secundaria se obtuvieron datos a partir de las observaciones y toma de fotografías por parte del equipo de Natural Environment S.C. (botánicos, edafólogos, Ingenieros ambientales, etc.). En el Anexo IV.31, se exponen las áreas que fueron muestreadas. Enseguida los métodos y técnicas utilizadas para el levantamiento de datos faunísticos dentro del SA.

Metodología de muestreo

Métodos de detección en silencio

Consistió en la detección en silencio de las especies. Para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que sólo de esa forma el observador puede lograr un mayor acercamiento a los animales.

Las observaciones en puntos altos, en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro de especies más esquivas. Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de las guías de campo. Esta técnica resultó ser muy útil pues lo escaso de la vegetación permitió el registro de diferentes especies en un rango mucho mayor de lo que sería en un ambiente con vegetación más abundante.



Transectos aleatorios no restringidos

También en silencio se hicieron recorridos a pie con la disposición de equipo que incluía: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos georeferenciados del SA, guías para la determinación de las especies de reptiles (Reyna *et. al.*, 2007; Lemos y Smith 2009, etc.) mamíferos (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006, etc.) y aves (Sibley 2000; Howell & Webb 1995, etc.).

Otra técnica “alternativa” utilizada fue la remoción de rocas y restos vegetales, como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies de reptiles y anfibios que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse.

Técnicas de observación indirecta

En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (huellas, excretas, marcas, cadáveres, mudas de piel, plumas, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida, aunque se procuró, en la medida de lo posible, que los muestreos faunísticos fueran lo más cercano a los lugares donde se realizó el estudio dasométrico de flora, esto atendiendo a la necesidad de concentrar al equipo de trabajo y que su seguridad se viera garantizada al estar unidos.

Técnicas de captura

No se utilizaron trampas de ningún tipo. Basados en la experiencia de los biólogos involucrados en el trabajo de campo, se concluyó que el muestreo intensivo sería más provechoso contemplando el tiempo que se trabajaría en campo.

Las metodologías y técnicas antes descritas se basan en las técnicas de muestreo propuestas por Salas *et. al.*, 2004, aunque es posible que existan modificaciones, esto es con el fin de optimizar el trabajo según se presenten dificultades (topografía muy accidentada, lluvia, calor, inaccesibilidad por lo denso de la vegetación, etc.).

Además de los métodos y técnicas empleadas en los muestreos de fauna, la determinación de especies se vale de la experiencia de los biólogos involucrados y de literatura disponible en internet como, The American Ornithologists Union (AOU), The Center For North American Herpetology (CNAH) y demás literatura de carácter científico.

El muestreo fue realizado a lo largo y ancho del área de estudio, sin embargo este se intensificó en aquellas zonas que guardaban un mejor estado de conservación y en las que se incrementaba la posibilidad de registros faunísticos (zona Oeste del SA).

Composición faunística del área del proyecto (Anfibios, Reptiles, Aves y mamíferos)

Durante los muestreos se lograron registrar 57 especies repartidas en los diferentes grupos de vertebrados terrestres; 2 reptiles, 45 aves y 10 especies de mamíferos. Una gran parte de las especies registradas son altamente tolerantes a los ambientes modificados (degradados etc.) como por ejemplo

Spilogalegracilis, especie que inclusive ha logrado sacar provecho de las modificaciones ambientales y se puede encontrar hasta en los basureros.

Es evidente que la riqueza herpetofaunística en la región es más alta que la registrada, sin embargo durante los muestreos no fue posible la observación de más taxa, debido a que el área fue muestreada en la época de estiaje, temporada en la que este grupo se encuentra menos activo, no obstante, los organismos de cualquier especie que eventualmente aparezcan en las áreas donde se desarrolle alguna actividad enmarcada en el proyecto serán consideradas en los trabajos de rescate de fauna, sin importar si estas están o no enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cabe señalar que el área muestreada ha sido modificada por la constante actividad minera que se ha desarrollado por lo menos en los últimos 400 años, esta alteración en el ecosistema solo permite el desarrollo de especies muy tolerantes. También existen grandes extensiones de terrenos cultivados lo que permite la aparición de especies que además de tolerantes han sabido sacar provecho de esa transformación en su hábitat, como por ejemplo ratones, aves rapaces y algunas especies de serpientes, entro otras.

Enseguida se presentan las tablas de registros obtenidos durante los días de muestreo, una tabla para cada grupo zoológico.

Anfibios

Durante los muestreos en campo no se logró el registro de ninguna especie de anfibio. El área se encuentra altamente modificada en su componente vegetal, además de que se muestreo en la temporada de estiaje (época del año en que este grupo zoológico se encuentra menos activo).

A pesar de no haber obtenido datos en campo acerca de las especies que habitan el área que se delimitó como Sistema Ambiental, es importante mencionar que durante la ejecución del proyecto estas serán consideradas en posibles maniobras de reubicación etc. según se haga necesario.

Reptiles

Para el caso en concreto de los reptiles, durante los trabajos en campo se logró el registro de solo 2 especies, ambas de la misma familia. Al igual que todas las especies de anfibios, las especies de este grupo serán consideradas como de baja movilidad y estarán sujetas a cualquier maniobra que deba ser llevada a cabo para salvaguardar su integridad durante la ejecución del proyecto. Enseguida se presenta el listado de especies de reptiles que fueron registrados durante los muestreos (Tabla IV.26).

Tabla IV.26. Reptiles registrados dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tr ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	NOM ⁽³⁾
Squamata (lacerlilia)	Phrynosomatidea	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija, Roño	O		
		<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija, Roño	O		

(1) Tr= Tipo de registro: O=Observación; H=Huella; E=Excreta; C=Cadáver; Ct,=Cámara trampa Rp=Referencial personal; Ot=Otro.
(2) E=Endemismo= E=Endémica: Refiere a si la especie es endémica o no al territorio mexicano.
(3) NOM=Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Aves

El grupo de las aves fue el más avistado durante los muestreos. Se registraron 45 especies contenidas en 24 familias que a su vez están agrupadas en 10 órdenes. La familia mejor representada fue Emberizidae con 7 especies, mientras que familias como Anatidae, Cathartidae, Odontophoridae, Charadriidae, Apodidae, Tirannidae, Corvidae, Troglodytidae, Polioptilidae, Laniidae, Aegithalidae, Aludidae, Parulidae y Passeridae acumularon una sola especie.

Enseguida la Tabla IV.27, donde se exponen las especies de aves registradas durante el muestreo en el Sistema Ambiental (área de estudio).

Tabla IV.27. Aves registradas dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	P ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	NOM ⁽³⁾
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano		E	A
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura			
	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán pajarero			Pr
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja			
		<i>Elanus leucurus</i>	Milano			
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura			Pr	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo			
		<i>Caracara cheriway</i>	Quebrantahuesos			
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa			
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito			
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas			
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño			
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy			
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero			
		<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero			
		<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero			
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo			
Passeriformes	Tirannidae	<i>Sayornis saya</i>	Mosquero llanero			
	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común			
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca			
	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa			
	Emberizidae	<i>Aimophila rufescens</i>	Gorrión			
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión			
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión			
		<i>Melospiza fusca</i>	Rascador			
		<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión			
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión			
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión			
Polioptilidae	<i>Polioptila caerulea</i>	perlita	M			
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo				

Orden	Familia	Especie	Nombre común	P ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	NOM ⁽³⁾
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	maskarita			
	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Primavera			
		<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo		E	
		<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo			
		<i>Sialia sialis</i>	Azulejo			
		<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal			
	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Llanero			
	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe	M		
	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano			
		<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito			
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano			
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos			
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero			
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero			

(1) P= Permanencia: R=Residente; M=Migratorio

(2) E=Endemismo: E=Refiere que la especie es endémica o no al territorio mexicano; Ce=Cuasi-endémica: Refiere a que la especie cuya distribución se limita a territorio nacional, rebasa ligeramente los límites geográficos, habitando temporal o permanentemente en pequeñas porciones de otro u otros países.

(3) NOM=Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Mamíferos

Dentro del área de estudio se registró la presencia de 4 Órdenes de mamíferos, dentro de estos Órdenes el más abundante fue el Carnívora con 3 familias y 6 especies.

Cabe señalar que todas las especies registradas de mamíferos, son consideradas como muy tolerantes a las modificaciones que puedan sufrir los hábitats donde se distribuyen y de hecho algunas de ellas han sabido aprovechar esos cambios.

A continuación se presenta la Tabla IV.28, donde se enlistan las especies de mastofauna registrada durante los muestreos dentro del SA.

Tabla IV.28. Mamíferos registrados dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tr ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	NOM ⁽³⁾
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	H		
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla	O		
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	O		
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	H		
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	C		
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	C		
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	E		
		<i>Canis latrans</i>	Coyote	E		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	O		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tr ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	NOM ⁽³⁾
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	conejo	O		

(1) Tr= Tipo de registro: O=Observación; H=Huella; E=Excreta; C=Cadáver; Ct,=Cámara trampa; Ot=Otro.
 (2) E=Endemismo= E=Endémica: Refiere a si la especie es endémica o no al territorio mexicano.
 (3) NOM=Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

A manera de complementar lo expuesto hasta ahora, se presenta en el Anexo IV.32, un reporte fotográfico que ofrece una muestra de las especies registradas dentro del SA.

Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

De las 57 especies de fauna registradas dentro del área de estudio, 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010, todas ellas aves. También se identifican 2 aves endémicas de México.

Enseguida se presenta la Tabla IV.29, donde se aprecia de manera clara a cada una de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo.

Tabla IV.29. Especies registradas dentro del área de estudio e identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo, y endémicas

Grupo zoológico	Nombre científico	Nombre común	E ⁽¹⁾	Status dentro de la NOM-059 ⁽²⁾
Aves	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	E	A
	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán pajarero		Pr
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura		Pr
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo	E	

(1) E=Endemismo: E=Refiere que la especie es endémica o no al territorio mexicano.
 (2) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Como se observa en la Tabla IV.29, dentro del SA solo se identificaron aves con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se descarta que pudieran aparecer más especies y sobre todo en la temporada de lluvias.

Durante la ejecución del proyecto se deberá poner cuidado de todas las especies, estén o no enlistadas en la NOM-059, sin embargo se dará prioridad a aquellas consideradas como de baja movilidad.

Especies de valor cinagético, comercial, ecológico, etc.

Del total de aves y mamíferos registrados dentro del área de estudio, se concluye que 7 especies se enlistan en el calendario oficial de caza de aves y mamíferos para el periodo 2011-2012 del Estado de Zacatecas.

Enseguida se presenta la Tabla IV.30, donde se expone el calendario cinegético temporada 2011-2012 emitido por la SEMARNAT y donde se señalan las especies que fueron registradas durante los muestreos dentro del SA.

Tabla IV.30. Especies en el calendario oficial de caza de aves y mamíferos para el periodo 2011-2012 del Estado de zacatecas

Grupo	Especie	Inicia (año 2011)	Termina (año 2012)	Especie registrada en el muestreo
Aves	Agachona (<i>Gallinago gallinago</i>)	11 de Nov.	4 de Mar.	
	Codorniz escamosa (<i>Callipepla squamata</i>)	16 de Dic.	18 de Mar.	
	Ganga (<i>Bartramia longicauda</i>)	5 de Ago.	18 de Sep. 2011	
	Gansos (<i>Anser albifrons</i> , <i>Chen Caerulescens</i>)	11 de Nov.	4 de Mar.	
	Grulla gris (<i>Grus Canadensis</i>)	14 de Oct.	12 de Feb.	
	Guajolote Silvestre (<i>Meleagris gallopavo</i>)	9 de Mar.	27 de Mayo	
	Palomas (<i>Zenaida asiatica</i> , <i>Zenaida macroura</i>)	7 de Oct.	22 de Ene.	✓
	Palomas de collar (<i>Columba fasciata</i>)	7 de Oct.	6 de Nov. 2011	
	Patos y cercetas (<i>Anas acuta</i> , <i>A. americana</i> , <i>A. clypeata</i> , <i>A. crecca</i> , <i>A. cyanoptera</i> , <i>A. discors</i> , <i>A. platyrhynchos</i> , <i>A. strepera</i> , <i>A. diazii</i> , <i>Bucephala albeola</i> , <i>Oxyura jamaicensis</i>)	11 de Nov.	4 de Mar.	✓ (solo la especie <i>A. platyrhynchos</i>)
Mamíferos	Conejos (<i>Sylvilagus floridanus</i> , <i>S. audubonii</i>)	4 de Nov.	19 de Feb.	✓ (solo la especie <i>S. floridanus</i>)
	Coyote (<i>Canis latrans</i>)	7 de Oct.	22 de Ene.	✓
	Liebre (<i>Lepus californicus</i>)	4 de Nov.	19 de Feb.	✓
	Mapache (<i>Procyon lotor</i>)	7 de Oct.	19 de Feb.	✓
	Pecarí de collar (<i>Tayasu tajacu</i>)	12 de Ago.	18 de Mar.	
	Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	25 de Nov.	19 de Ene.	

Dentro del Sistema Ambiental se registraron 7 especies con un valor cinegético según el calendario de caza emitido por la SEMARNAT, sin embargo dentro del SA no se practica la cacería pues no existen ranchos cinegéticos, y la caza furtiva al parecer es poco practicada.

En entrevistas con pobladores de la ciudad de Fresnillo (guías locales), se obtuvo como dato que, algunas personas hacen uso de las serpientes de cascabel (*Crotalus* spp), de los zorrillos (varias especies) y de los tlacuaches (*Didelphis virginiana*) para las prácticas de la medicina tradicional, atribuyéndoles cualidades curativas, como por ejemplo la cura del cáncer, la limpieza de la sangre, el mejoramiento del sistema inmune, etc., aunque esta práctica ha disminuido con referencia a años anteriores, esto quizá debido al proceso de transculturización.

Sobre los reptiles, existe gran importancia en cuanto al grupo en general y en especies particulares, ya que algunas especies de reptiles son muy susceptibles a cualquier cambio en su ecosistema y cadena trófica al cual están intrínsecamente vinculados. La importancia biológico-ecológica en este grupo recae principalmente en que son importantes controladores biológicos de plagas, ya que su dieta incluye insectos y pequeños mamíferos como roedores. Los reptiles también son fuente de alimento para los carnívoros primarios, como por ejemplo los Coyotes y las aves de presa. Así mismo



presentan una importancia científica ya que dentro del área de estudio se encuentran especies venenosas como por ejemplo del Género *Crotalus*, que aunque no fueron avistadas en los trabajos de campo se sabe de su presencia a través de la bibliografía y el acercamiento con habitantes de las localidades aledañas al proyecto.

Las aves representan un alto valor ecológico-biológico intrínseco ya que son polinizadores de diversas plantas lo que apoya a dar continuidad a estas; esto es como en el caso de la *Familia Trochilidae* mejor conocido como grupo de los colibríes.

Además de los colibríes, existen especies que son dispersoras de semillas, lo que apoya a la regeneración natural de los bosques selvas etc.; son controladores de plagas ya que gran cantidad de aves se alimentan de insectos y las rapaces de roedores.

Las aves debido a su diversidad de colores y formas que son sumamente llamativas en gran parte de ellas, se les adjudica un valor comercial y económico, ya que son utilizadas como aves de ornato por su belleza y cantos, entre otros atributos.

El valor económico también se le confiere al grupo de las aves debido a que actualmente la observación de estas se realiza en cualquier lugar principalmente en zonas o áreas naturales y rurales atrayendo turismo que aporta a la economía de las localidades que los reciben.

En lo que respecta a los mamíferos, el interés biológico-ecológico se enfoca en especies como los murciélagos (Orden Chiroptera) y los algunos carnívoros mayores como Zorras (*Urocyon cinereoargenteus*), coyotes (*Canis latrans*), los cuales son indicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas.

Estado de conservación de la zona para la fauna

El área de estudio ha sido sometida a una presión antrópica desde hace más de 400 años cuando se iniciaron las actividades mineras que además dieron base para el establecimiento y desarrollo de la ciudad de Fresnillo Zacatecas.

En general el Sistema ambiental se encuentra altamente modificado en su componente vegetal, lo que reduce de manera importante la riqueza de especies que puede ser encontrada. La porción del extremo Noreste del SA alberga la ciudad de Fresnillo, el resto es dominado por tierras de cultivo las cuales de manera directa afectaron a las especies animales que en ese lugar se desarrollaban. El único espacio natural pero también con cierto grado de perturbación es la orilla al Suroeste del SA donde se yergue la sierra de Fresnillo, y donde domina el matorral Crasicaule, acompañado en mucha menor medida un bosque de encino bastante abierto.

Sitios de distribución (descanso, refugio, alimentación, etc.)

Es evidente que el área de estudio se encuentra altamente modificada en su componente vegetal, esto a raíz de un aprovechamiento minero de hace más de 400 años y que actualmente continua. La minería no es la única actividad que ha generado el deterioro del ecosistema dentro del SA, el

crecimiento de la mancha urbana (ciudad de Fresnillo), y el avance inevitable de la zona agrícola son otras causas de deterioro ambiental.

La degradación del ambiente natural dentro del SA ha conducido a las especies más sensibles hacia los lugares mejor conservados y donde se pueden procurar alimento, refugio, y en general sitios de esparcimiento, estos lugares son en el extremo Suroeste y Oeste del SA.

La delimitación de las áreas de importancia para la conservación de la fauna se basó en la utilización de un Sistema de Información Geográfica, información recabada durante los muestreos de flora y fauna, y de la propia experiencia de los involucrados en la caracterización del componente biótico del SA (zoólogos y botánicos).

A continuación se muestra en la Figura IV.35, refiere al área que según los biólogos involucrados en la elaboración del presente estudio puede ser señalada como de importancia para la conservación de la fauna dentro del SA.

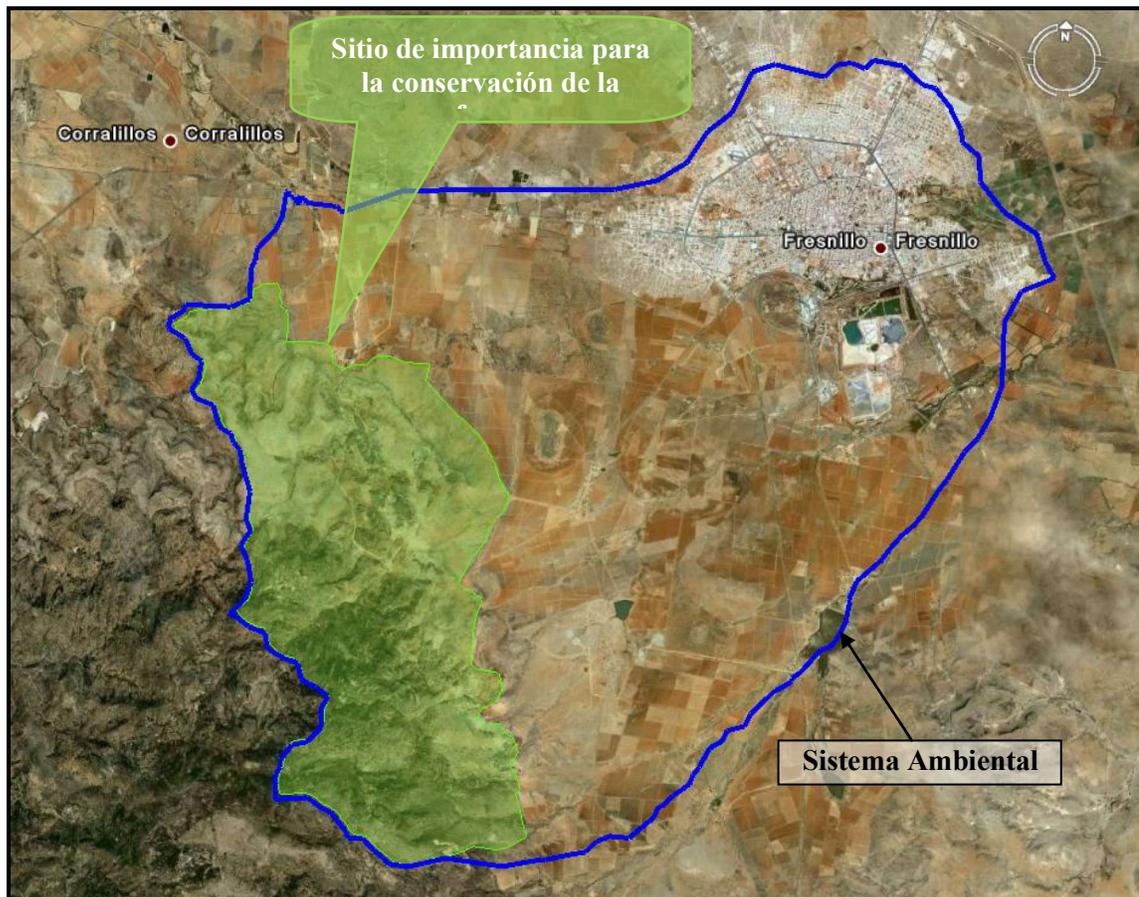


Figura IV.35. Sitio de importancia para la conservación de la Fauna dentro del SA

Para más detalle de la Figura IV.35, ver el Anexo IV.33, sitios de importancia para la conservación de la fauna.

IV.2.3 Paisaje

El paisaje es un término utilizado en dos sentidos por los geógrafos, el primero que es sinónimo de territorio o medio ambiente y el segundo que se concibe como una percepción visual y/o sensorial, de una porción del territorio.

El paisaje, desde el punto de vista de integración de los componentes ambientales, representa un mosaico de las diferentes interacciones de los componentes ambientales, desde un nivel regional hasta uno local.

La definición de paisaje desde una perspectiva geográfica no es sencilla, de ahí que existan tantos intentos para definirlo. Lo que está claro es que todo paisaje presenta una serie de elementos que se articulan entre sí, es decir que el paisaje “es el área en la que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio” (García Quiroga F, 2005).

Para el estudio y la valoración del paisaje, se distinguen distintos aspectos del espacio geográfico que son perceptibles a simple vista y que lo configuran, dichos aspectos se pueden agrupar en tres grandes grupos que son:

- Bióticos: vegetación, tanto natural, rescatada/reforestada como cultivada, generalmente apreciada como formaciones pluriespecíficas de una fisonomía particular, pero también en ocasiones como individuos aislados, y fauna, incluidos los animales domésticos, siempre que sean apreciables a simple vista como en el caso del ganado
- Abióticos: orografía del terreno, geoformas, altitud, extensión, superficie del suelo, rocas, arroyos intermitentes, dunas, etc.
- Antrópicos: diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (infraestructura, unidad minera, etc.)

Una vez atendidos los párrafos anteriores, resta ahondar acerca de los componentes bióticos, abióticos y sociales dentro del SA pero desde el punto de vista paisajístico.

Dentro del sistema ambiental predomina un paisaje que cuenta con dominancia de elementos xéricos autóctonos y neárticos característicos de la parte norte de México, se constituye principalmente por dos asociaciones vegetales que son el Bosque de encino y el Matorral crasicale, juntos componen una alta diversidad biológica, relativamente. La composición y estructura vegetal no es muy exuberante, predominan arbustos de mediano y pequeño tamaño, además de plantas conspicuas de tallo suculento, en las partes más altas o lomeríos se pueden ver a árboles bajos de encino (*Quercus deserticola*) de unos 5 metros de alto. En la Figura IV.36 se muestran los tipos de vegetación predominante dentro del SA (Bosque de encino y Matorral Crasicale).



Figura IV.36. Paisaje predominante dentro del SA

La baja humedad ambiental y el régimen seco o xerófito, favorecen el desarrollo de numerosas especies de cactáceas y leñosas espinosas que aportan elementos que describen la calidad paisajística. En la Figura IV.37 se observan cactáceas y leñosas arbustivas, además de agaváceas que componen el paisaje en el Matorral Crasicaule.



Figura IV.37. Elementos que enriquecen la calidad paisajística (derecha arbustos característicos de climas xéricos y de perturbación)

En la Figura IV.38, se puede apreciar el impacto al componente paisajístico que se ha suscitado dentro del SA, ha sido causado en su mayor parte por las obras y actividades mineras.



Figura IV.38. Paisaje impactado por las obras y actividades mineras

En un análisis paisajístico más enfocado en la topografía dentro del SA, se consultó al INEGI, y se determinó que el SA delimitado para el proyecto se sitúa en un sistema en general homogéneo de topoformas en donde predominan numerosos las pendientes planas y en la parte más occidental una mezcla de valles y crestas, tal como se muestra en la **Figura IV.39** y Anexo IV.34.

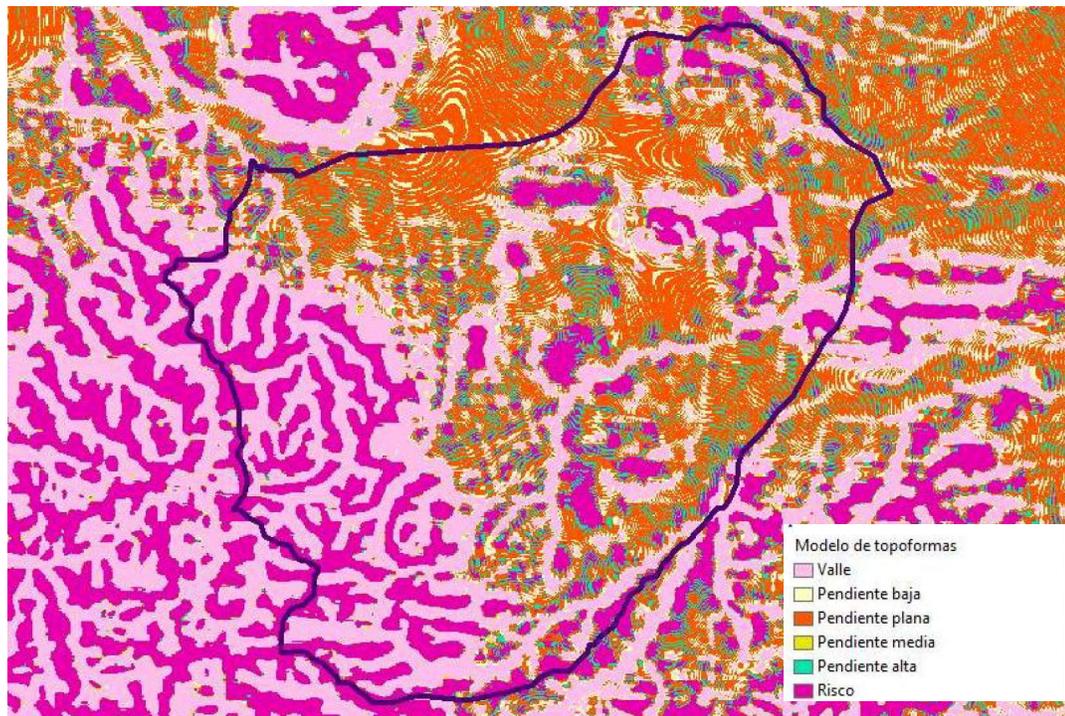


Figura IV.39. Modelo de Topoformas

IV.2.4 Medio socioeconómico

El Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se encuentra dentro del Municipio de Fresnillo (Clave 019), cuya Cabecera Municipal, denominada del mismo nombre, está ubicada a 63 km al Noroeste de la Ciudad de Zacatecas por la Carretera Federal No.45 y se encuentra a 2,223 m.s.n.m. Colinda al Norte con los municipios de Sombrerete, Sain Alto, Rio Grande y Felipe Pescador. Al Sur con los municipios de Enrique Estrada, Víctor Rosales, Jerez y Valparaíso. Al Este con los municipios de Felipe Pescador, Villa de Cos, Panúco, Víctor Rosales, y Enrique Estrada. Al Oeste con los municipios de Valparaíso, Sombrerete y Sain Alto.

El municipio de Fresnillo cuenta con una superficie de 5,372 km², se encuentra conformado por 242 localidades; ocupa el 6.6% en lo referente al estado de Zacatecas; la cabecera municipal cuenta con una población de 213,139 habitantes, de los cuales 108,791 son mujeres y 104,348 son hombres.

De las 242 localidades que conforman el municipio de Fresnillo Zacatecas, 5 localidades son las que se encuentran dentro del Sistema Ambiental, Fresnillo, Colonia Presa de Linares, Valdecañas, Saucito del Poleo y los Chilitos; y dos localidades se encuentran muy cercanas al Sistema Ambiental por lo que fueron también consideradas, Buena Vista de Rivera y Concepción de Rivera. La localidad de Los Chilitos se encuentra con estatus inactivo según SEDESOL (2010), por lo que no existe información acerca de esta localidad (Tabla IV.31).

Tabla IV.31. Localidades más cercanas al SA

Estado de Zacatecas, Municipio de Fresnillo							
Localidad	Clave	Población Total (2010)	Población Masculina (2010)	Población Femenina (2010)	Grado de marginación	Estatus	Ámbito
Fresnillo	320100001	110,892	53,587	57,587	Muy Bajo	Activa	Urbano
Colonia Presa de Linares	320100175	206	99	107	Alto	Activa	Rural
Valdecañas	320100250	380	187	193	Alto	Activa	Rural
Saucito del Poleo	320100231	310	152	158	Bajo	Activa	Rural
Buena Vista de Rivera	320100078	36	15	21	Alto	Activa	Rural
Concepción de Rivera	320100190	355	184	171	Bajo	Activa	Rural
Los Chilitos	320100093	-	-	-	Bajo	Inactiva	Rural

Factores socioculturales y económicos: Educación, Vivienda y Derechohabiencia

A continuación se presentan los datos socioeconómicos y financieros generados por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) para el municipio de Fresnillo (Tabla IV.32). Analizar los valores para el municipio de Fresnillo permite comparar la situación a nivel municipal con la situación de las localidades de interés.

Tabla IV.32. Valores socioeconómicos del municipio de Fresnillo

Índice socioeconómico	Fresnillo	Fuente
Población	22,152.00	INEGI, 2010
Porcentaje de la Población que es Analfabeta	16.55	
Porcentaje de la Población sin primaria completa	43.45	
Porcentaje de viviendas sin drenaje	9.08	
Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	1.23	
Porcentaje de viviendas sin agua entubada	3.28	
Porcentaje en viviendas con piso de tierra	5.89	
Tasa de Mortalidad infantil	25.22	PNUD, 2005
Tasa de Alfabetización de Adultos	93.99	
Ingreso Promedio per cápita anual ajustado en pesos	48,490	INEGI, 2010
Población Económicamente Activa	77,688	
Porcentaje de la PEA hombres	75.25	
Porcentaje de la PEA mujeres	25.97	
Porcentaje de la PEA en el Sector Primario	25.25	
Porcentaje de la PEA en el Sector Secundario	23.69	
Porcentaje de la PEA en el Sector Terciario	19.06	

Con base en el Catálogo General de Localidades bajo la dirección de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2010), se analizaron los indicadores de marginación y rezago social, los cuales son elegidos y utilizados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para calcular los índices de marginación y rezago social a nivel local, estatal y nacional.

El índice de marginación en las localidades de interés presenta un grado “Muy bajo” para la localidad de Fresnillo y “Bajo” para las localidades de Saucito del Poleo y Concepción de Rivera, mientras que para las 3 localidades restantes (Col. Presa de Linares, Valdecañas y Buena Vista de Rivera) el grado de marginación es alto.

En el caso del índice de rezago social, el panorama sigue mostrando la carencia de algunos de los servicios básicos en las tres localidades de tipo rural (Tabla IV.33). La localidad de Fresnillo tiene un grado de marginación “Muy bajo” y presenta mejores condiciones de salud, educación y vivienda; asimismo las localidades de Saucito del Poleo y Concepción de Rivera tienen un grado de marginación “Bajo”, mientras que la Colonia Presa de Linares, Valdecañas y Buena Vista de Rivera, presentan grado de marginación “Alto” a esto hay que cabe agregar que de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI, la Colonia Presa de Linares presenta una población de 208 habitantes, mientras que Valdecañas tiene una población de 292 habitantes y por último Buena Vista de Rivera que tienen 35 habitantes, lo que explica de alguna manera el grado de marginación para estas localidades.

Tabla IV.33. Nivel de marginación y rezago social en las localidades más cercanas al SA

	Localidad					
	Fresnillo	Saucito del Poleo	C. de Rivera	Col. Presa de Linares	Valdecañas	Buena Vista de Rivera
Grado de marginación	Muy bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto
Indicadores de marginación y rezago social						
Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más	3.15	2.39	4.66	8.21	7.05	8.33
Porcentaje de la población de 15 años y más con educación básica incompleta	37.1	52.63	41.95	55.22	70.54	50
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	1.93	1.37	4.94	1.89	3.16	0
Porcentaje de población sin derecho-habienencia a servicios de salud	25.67	16.77	26.48	19.42	27.37	16.67
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	1.63	17.81	6.17	49.06	29.47	30
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada	3.14	2.74	4.94	26.42	24.21	100
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	1.13	15.07	3.7	35.85	27.37	50
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	0.61	1.37	0.00	0.00	0.00	0
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	8.35	6.85	4.94	7.55	8.42	0

A continuación se presenta información oficial más descriptiva y específica generada por el gobierno del Estado de Zacatecas, en donde se describe de forma general los servicios e infraestructura con que cuenta el municipio de Fresnillo, los cuales se concentran en la localidad de Fresnillo, que es la cabecera municipal.

Salud.- Los servicios de salud se brindan en 36 unidades médicas, (33 de consulta externa y 3 de hospitalización general): existe una clínica del IMSS de consulta externa, y un hospital general. El ISSSTE tiene una unidad de consulta externa, además de otra de hospitalización general; El IMSS-Oportunidades tiene 12 unidades de consulta externa y Cruz Roja Mexicana 1 una unidad de consulta, además de otros hospitales particulares.

Vivienda.- Para el año 2010, los resultados preliminares del Censo de población y vivienda registraron 52,890 viviendas habitadas por 213,145 personas. Atendiendo el material con que están contruidos los pisos de las viviendas, en el municipio de Fresnillo el 63.7% tienen piso de cemento firme; el 29.9% de madera, mosaico y otros materiales; mientras que el 6.2% tienen piso de tierra.

Educación.- En el año de 2009 había un total de 549 escuelas: 175 preescolar, 231 primarias, 122 secundarias, 2 profesionales medio (Conalep y una Escuela de Enfermería); 19 bachilleratos, también se cuenta con 10 escuelas de capacitación para el trabajo, y una escuela de educación especial. Existe el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo y la Universidad Autónoma de Fresnillo.

Migración: El flujo de migrantes zacatecas es un fenómeno arraigado dentro del estado, las razones por las que se migra suelen ser comúnmente desempleo, búsqueda de trabajo en el mal



temporal, todo con la finalidad de buscar una mejor forma de vida. El estado de Zacatecas se sitúa como una de las entidades donde mayormente se manifiesta el flujo de migración.

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO), al igual que los censos generados por Estados Unidos, el número de migrantes zacatecanos que actualmente reside en E.U. es de 700 mil, es importante también mencionar que alrededor de 2 millones de migrantes presentan ascendencia zacatecana.

Infraestructura Hidráulica.- Se encuentra compuesta por doce presas con capacidad útil de almacenamiento de 155.010 millones de metros cúbicos y un volumen anual utilizado de 23.804 millones de metros cúbicos, las principales son Leobardo Reynoso y Sta. Rosa.

Energía eléctrica.- Existen 5 subestaciones y 8 transformadores de distribución con una potencia de 145.64 Megavolts-ampères. En el año 2008 había 63,115 usuarios de servicio eléctrico entre los que destacan 8,638 de uso industrial y de servicios así como 1,486 de uso agrícola.

Agua Potable.- El municipio cuenta con 112 sistemas de agua potable, sus fuentes de abastecimiento son 102 pozos profundos con un volumen diario de extracción de 44.733 miles de m³/día y 2 manantiales.

Abasto.- Existen 31 tiendas Diconsa, 4 tianguis, 5 mercados públicos y un rastro mecanizado y una central de abasto. A través de 28 lecherías de Liconsa se benefician a 7,050 familias con una dotación anual de leche reconstituida de 2,364,314 litros.

Seguridad Pública: Existen 7 agencias del Ministerio Público del Fuero Común y una Agencia del Ministerio Público del Fuero Federal.

Centros recreativos.- El municipio cuenta con 7 centros deportivos, una sala de cine, un teatro, lienzo charro, casa de cultura y un museo galería.

Sitios turísticos: Fresnillo ofrece zonas atractivas de gran interés tales como: el Ágora “José González Echeverría” la cual tiene un origen que se remonta al siglo XIX y cuya finalidad primordial era la creación de la escuela de minería, Fresnillo es una zona altamente minera, el principal yacimiento se encuentra en el cerro de Proaño, años después de la muerte de su fundador Hospicio Gonzales Echeverría deja de funcionar y las instalaciones se acondicionan para fundar el Hospicio González Echeverría, el cual fue inaugurado en 1890. Hoy en día este lugar soporta a tres museos: Manuel M. Ponce, Daniel Peralta y Francisco Gotilla.

Dentro de la arquitectura se puede apreciar: la Parroquia de la Purificación, templo que data del siglo XVIII. El Templo de Nuestra Señora del Tránsito, realizado en el siglo XVIII, además también se encuentra el Templo del Sagrado Corazón, esta obra fue realizada por el padre José Escobedo Medina en 1943 pero no fue concluida hasta 10 años después.

Las obras de arte que se encuentran en Fresnillo, la escultura de la Virgen de la Candelaria, las pinturas de la imagen de Santa Ana y mural en la Central Camionera.



En la Col. Presa de Linares se pueden apreciar pinturas prehispánicas en el acceso de una pequeña caverna, la expresión gráfica es ideográfica y abstracta.

Por último las fiestas y ferias que se realizan del 21 de agosto al 3 de septiembre se celebra la “Feria Nacional de la Plata” donde se promueven diversas actividades, además de la artesanías que se elaboran en el municipio mediante madera, jarciaría, curtiduría, y objetos de piel.

Principales actividades económicas

El municipio de Fresnillo ocupa el segundo lugar de importancia económica para el estado, debido a su producción agrícola, minera, y ganadera.

Destaca como primer productor estatal en los cultivos de maíz, chile verde, ajo, avena, alfalfa, segundo lugar en frijol, chile seco, y vid, tercer lugar, en durazno y cuarto lugar en cebolla. En el ramo minero el municipio de Fresnillo tiene importantes yacimientos minerales, el cerro de Proaño produce grandes cantidades de plata, también se produce plomo, cobre y cadmio. En la producción pecuaria el municipio ocupa el sexto lugar a nivel estatal en producción de bovinos de las razas cebuino, criollo y europeo para carne y leche, siendo el principal productor de leche para el estado, y segundo en colmenas. La superficie dedicada a la ganadería es de 231,956 hectáreas.

En la Tabla IV.34 se muestran las principales actividades económicas de las localidades rurales que se encuentran con un nivel de marginación alto, así como la población económicamente activa.

Tabla IV.34. Principales actividades económicas y PEA de las localidades rurales con grado de marginación alto

Nombre del municipio	Nombre de la localidad	Principal actividad económica	Segunda actividad económica	Tercera actividad económica	Población económicamente activa	Población masculina económicamente activa	Población femenina económicamente activa
Fresnillo	Valdecañas	Agricultura	Sector construcción	Cría y explotación de animales	120	101	19
Fresnillo	Colonia Presa de Linares (Presa de Linares)	Agricultura	Cría y explotación de animales	NE	62	58	4
Fresnillo	Buenvista de Rivera	Agricultura	NE	NE	14	10	4

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

A manera de acotar el panorama ambiental general de la zona, se presenta la siguiente síntesis de los principales componentes ambientales, acotados al área donde se pretende desarrollar el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Tabla IV.35. Síntesis de los principales componentes ambientales

Componente Ambiental	Estado Actual
Atmosfera	<p>El Sistema Ambiental presenta un solo tipo de clima clasificado según el modelo climático de Köppen, modificado por E. García, 1988, como semiárido templado, del tipo BS1kw; dentro del Sistema Ambiental se reconocen dos rangos de temperatura, en la porción Centro y Noreste la temperatura que se presenta va de 16.7 a 17°C; y en la porción extremo Suroeste se presenta un rango de temperatura que va de 16.5 a 16.7°C, aquí la temperatura baja un poco más, debido a la Sierra de Fresnillo.</p> <p>Los información de precipitación por CONABIO registra dos rangos de precipitación media anual, el primero va de 125 mm hasta 400 mm y se localiza en el extremo Noreste del SA, mientras que el segundo va de los 400 a 600 mm y abarca la mayor superficie dentro del SA, sin embargo también se considero los rangos de precipitación media anual, generado por 5 estaciones meteorológicas, los cuales arrojaron solo un rango de precipitación: 427 mm a 438 mm.</p> <p>Dentro del SA se reconocen 2 áreas con diferentes valores de escurrimiento: en la parte Este es menor a 0 mm, lo que significa que la porción del área pertenece a tierras planas, donde el porcentaje de pendiente es muy bajo; y en la parte Oeste, el escurrimiento se calcula de 0 a 10 mm, que es donde comienza la Sierra de Fresnillo, la zona con mayor elevación y de donde provienen los escurrimientos a las planicies adyacentes.</p> <p>Dentro del SA existen 2 rangos de evapotranspiración, en la porción Noreste se presenta una evapotranspiración que va de 300 a los 400 mm, mientras que la porción Suroeste los rangos son mayores y van de 400 a 500 mm.</p> <p>Sobre los fenómenos meteorológicos, obtenidos de la estación Fresnillo del SMN, al año acontecen en promedio 59.3 días con lluvia, 3.8 días con neblina y 1.3 días con tormentas eléctricas, no se registra presencia de días con granizo.</p>
Relieve	<p>En el sitio del proyecto se presentan planicies, que van de menor a mayor elevación en dirección Noreste-Suroeste, (Cabecera municipal de Fresnillo-Sierra de Fresnillo), zona clasificada como planicie y relieve volcánico.</p> <p>Es importante mencionar que las actividades agropecuarias y mineras, han moldeado la geomorfología del área, reduciendo las elevaciones en el Noroeste del SA, particularmente el cerro de Proaño.</p>
Geología y Geomorfología	<p>El Sistema Ambiental se localiza en la provincia fisiográfica de Mesa del Centro, casi en los límites de la Sierra Madre Occidental. Dentro del SA, la porción Sur y Oeste son áreas donde las condiciones naturales aun predominan; esta zona se conoce como Sierra de Fresnillo y es una de las Sierra dispersas que conforman la provincia fisiográfica Mesa del Centro.</p> <p>La geología que se presenta en el Sistema Ambiental, está caracterizada por rocas</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>ígneas extrusivas, en la parte Suroeste y en menor proporción en el Noreste del SA. La Lutita-Arenisca es la roca con menor proporción dentro del Sistema ambiental, se le encuentra en una pequeña proporción en la zona Noreste.</p> <p>El SA presenta una fractura en la corteza terrestre en su porción occidental, la cual no representa un riesgo para el proyecto ya que no se encuentra en las zonas donde se desarrollaran las obras del proyecto.</p>
Edafología	<p>En términos generales, tres grupos de suelos dominan casi el 80% del área de estudio; Cambisoles, Regosoles y Leptosoles (43.8, 22.2 y 13.2% respectivamente), relacionado con suelos de bajo a nulo desarrollo, por lo que se considera en general una zona de bajo desarrollo de suelos.</p> <p>El suelo más desarrollado son los Kastanozem, por tener una considerable acumulación de materia orgánica y una considerable capa de carbonatos secundarios (ver punto de verificación 7).</p> <p>Es de recalcar que el grupo de Suelos de los Tecnosoles, son producto directo de las actividades industriales humanas, que por cuestiones ambientales son importantes señalar y cartografiar. Los Tecnosoles Spólicos corresponden a la zonas donde se han movido materiales o se esta extrayendo actualmente.</p> <p>La mayor parte de los suelos encontrados presentan textura media (51.9%), seguido de loas textura gruesas el recto con 35.6%.</p> <p>Las principales limitantes agronómicas del suelo es la presencia de esqueleto, o fragmentos gruesos, originando una zona con mediano potencial para el desarrollo de actividades agrícolas, quedando de manifiesto por el desarrollo agrícola sobretodo en las parte de suelos más profundos dentro de los Kastanozem.</p>
Hidrología superficial	<p>El SA está conformado por parte de 43 nanocuenas, 14 de ellas de incidencia directa a los barrenos o caminos del proyecto; y está inmerso en las cuencas Río Aguanaval y Fresnillo-Yesca.</p> <p>La hidrología superficial del área de estudio se caracteriza por presentar escorrentías intermitentes que se generan en las partes altas y fluyen hacia las partes más bajas, (planicies con porcentaje muy bajo de pendiente) en donde estas escorrentías han sido aprovechadas en bordos de agua para posteriormente ser aprovechadas en el uso domestico o para el ganado. Existen además canales de agua en la parte Central y Este del SA, que son utilizados para la agricultura; además está la Presa de Rivera construida por la desaparecida Secretaria de Recursos Hidráulicos, actualmente manejada por la CONAGUA, cuyas aguas son utilizadas para el riego de cultivos de chile y frijol aledaños a las presa, aun cuando esta se encuentra contaminada. Otros cuerpos de agua presentes dentro del SA son parte del Parque Ecológico “Los Jales” ubicados al Noreste. El desarrollo del proyecto no tendrá interacción con dichos cuerpos.</p> <p>De acuerdo a las características del relieve que compone al SA, se clasificó un orden de corrientes del 1^{ro} al 6^{to} orden, lo que indica que existe un alto grado de bifurcación del sistema de drenaje.</p>
Geohidrología	<p>La mayor parte de las obras del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se encuentran dentro del acuífero “Calera”, sin embargo 2 plantillas</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>de barrenación, rebasan los límites del acuífero en su porción oeste, alcanzando al acuífero “Aguanaval”.</p> <p>Para el SA delimitado existen 63 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales 57 están dentro del acuífero “Calera” mientras que para el acuífero “Aguanaval” solo se reportan 6. El área de estudio se encuentra caracterizada por 2 unidades hidrogeológicas, material consolidado con posibilidades bajas en la porción Oeste que corresponde a áreas escarpadas (Sierra de Fresnillo) y material no consolidado con rendimiento alto, esta zona localiza en la mayor superficie del SA, y es donde se realiza la mayor infiltración al acuífero “Calera” y corresponde en concordancia a áreas topográficamente planas con menor grado de pendiente. El área de estudio se encuentra dividido por una isolínea que divide la composición del SA en rocas del Cenozoico medio volcánico en la parte Centro-Oeste y en la parte Este por rocas del Pleistoceno y reciente.</p> <p>El proceso de desaguado de las minas subterráneas que operan debajo de varias zonas del SA, ha modificado de manera intensa y puntual las condiciones de los acuíferos, situación que puede ser reversible en la etapa de cierre de las minas, cuando se deje de drenar el agua que se infiltra a través de las rocas al interior de éstas. No obstante, este proceso no ha modificado la calidad del agua subterránea, que de acuerdo a la CONAGUA, es apta para todo tipo de usos.</p>
Fauna	<p>La fauna que se encuentra presente dentro del SA refiere a especies con hábitos facultativos, tolerantes al disturbio, dadas las condiciones del sitio. Durante los muestreos realizados en campo se registraron un total de 57 especies, repartidas de la siguiente forma: 2 especies de reptiles, 45 aves agrupadas en 10 <i>Ordenes</i> y 24 <i>Familias</i> y 10 especies de mamíferos contenidos en 4 <i>Ordenes</i> y 6 <i>Familias</i>.</p> <p>Dentro del SA, por causas asociadas a las actividades humanas (agricultura, ganadería, minería y desarrollo urbano, principalmente) no existe la heterogeneidad del hábitat, la cobertura y la densidad de vegetación que pudiera albergar a grandes mamíferos como el puma (<i>Puma concolor</i>), el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) entre algunos otros, lo cual ha repercutido en las cadenas tróficas; sin embargo estas especies han sido remplazadas por otros organismos facultativos con requerimientos no específicos y de gran adaptabilidad a los disturbios de origen antrópico, tal es el caso de la zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>) y el coyote (<i>Canis latrans</i>) además de a presencia de roedores y otros medianos mamíferos, los cuales han sido beneficiados dentro del Sistema Ambiental por el establecimiento de monocultivos.</p> <p>De las especies identificadas, 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010, todas ellas aves. También se identifican 2 aves endémicas de México.</p>
Vegetación	<p>La vegetación en el SA corresponde principalmente a Matorral Crasicaule, en estado muy degradado; y en menor medida a Bosque de Encino, que se encuentra muy fragmentado y con un alto grado de disturbio. En campo se inventariaron 26 familias y 49 especies, que son Asteraceae y Cactaceae las más abundantes (seis especies cada una). Dentro del SA no se encontraron especies bajo algún estatus de protección según la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).</p>

Componente Ambiental	Estado Actual
	<p>Dentro del SA se identificaron 5 especies a las que se les da algún tipo de uso (comercial, local, etc.), algunas de ellas para la elaboración de bebidas alcohólicas, otras para hacer carbón, o usar como leña etc.</p> <p>En base a los recorridos de campo y de la Clasificación Espectral de la Vegetación elaborada para las áreas de desmonte del proyecto, ha sido determinado un desmonte de 9.2041 ha y 205 individuos por hectárea, los cuales suman un volumen forestal de 3.465501 m³.</p>
Paisaje	<p>El paisaje que conforma el SA, se encuentra impactado por las actividades agropecuarias, la minería y otras actividades de índole antrópicas, el avance de la mancha urbana a dado origen a localidades de diferentes tamaños, lo que ha originado una reconversión en el uso de suelo.</p> <p>En síntesis, la interacción suelo, vegetación y clima, sumado a las actividades antrópicas que se desarrollan dentro del SA han propiciado, la degradación del ambiente, así pues, estos componentes han sido parte del paisaje desde antaño.</p>
Socioeconomía	<p>El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se encuentra dentro del municipio de Fresnillo, cuya cabecera municipal es del mismo nombre. Este municipio ocupa el segundo lugar de importancia económica para el estado, debido a su producción agrícola, minera, y ganadera.</p> <p>Dentro del SA se encuentran 6 localidades de las cuales 1 es de tipo urbano (Fresnillo), y el resto de las localidades (Col. Presa de Linares, Valdecañas, Buena Vista de Rivera, Saucito del Poleo y Concepción de Rivera) son de tipo rural. De acuerdo a SEDESOL, 2010, tres de las localidades presentan un índice de marginación alto (Col. Presa de Linares, Valdecañas y Buena Vista de Rivera), y presentan una escasez de servicios básicos. Con respecto a Fresnillo, su nivel de marginación es “Muy bajo”, y para Saucito del Poleo y Concepción de Rivera es “Bajo”.</p>

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.; en el presente Capítulo se identifican los factores ambientales que serán afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evalúa el impacto de las actividades del proyecto sobre dichos recursos, que pudieran provocar daños al ambiente y/o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., y su relación con cada factor ambiental, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque interdisciplinario, a través de un grupo de especialistas (Tabla I.4) que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico y, cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Social y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del proyecto (Tabla V.1).

Tabla V.1. Componentes del entorno

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
Medio Perceptual	Paisaje	
Medio Socio-Económico	Medio Socio Cultural	Infraestructura
		Cultural
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales afectados o que serán potencialmente afectados por las acciones del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y operación temporal.

La etapa de preparación del sitio se refiere a la limpieza y acondicionamiento de caminos y planillas de barrenación. La etapa de operación temporal se refiere al proceso de perforación de los barrenos.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las acciones del proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla V.2.

Tabla V.2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire
	Niveles Sonoros
Suelo	Potencial de Erosión
	Cobertura
Flora	Distribución espacial y temporal
	Cobertura vegetal
Fauna	Distribución espacial y temporal
	Especies protegidas
Paisaje	Cualidades estéticas
	Continuidad paisajística
Infraestructura	Servicios e infraestructura para mina
Cultural	Capacitación, Educación y Programas
Medio Económico	Desarrollo económico

La descripción de la situación actual y la calidad de los factores ambientales del área de estudio, se incluye en el Capítulo IV.

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se hizo en base a los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla V.3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el factor al cual se les atribuyen:

Tabla V.3. Indicadores ambientales

Factor	Indicador Ambiental
Calidad del aire	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
	Turnos laborados
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia humana
Potencial de Erosión	Superficies estables
	Superficies con potencial
	Superficies erosionadas
Cobertura de suelos	Extensión de cobertura de tipos de suelos
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Clasificación
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura
Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Especies protegidas	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de limitado movimiento
Cualidades estéticas	Estimación de cualidades escénicas de sitio o zona
Continuidad paisajística	Estimación cualitativa
	Cuenca visual
Servicios e infraestructura para mina	Infraestructura únicamente para mina
Cultural	Programas, apoyos, educación, talleres
Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
	Número de empleos indirectos generados
	Derrama económica
	Recaudación

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del proyecto.

V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.4.1 Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:



- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.
- Observaciones y estudios de campo: flora, fauna, hidrología, etc.
- Criterios de operación del proyecto
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas, planes de desarrollo y de uso del suelo
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona

A continuación se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (se muestran en la Tabla V.2.



Tabla V.2) y las acciones del proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa-efecto, cualitativas y semi-cuantitativas.

V.1.4.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en un trabajo interdisciplinario de especialistas que analizaron las interacciones entre el Sistema Ambiental y las acciones para la preparación del sitio y operación temporal del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del proyecto (Sección V.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.2 y V.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuales de los factores serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud en base a los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de los mismos.

En la Figura V.1 se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del proyecto.

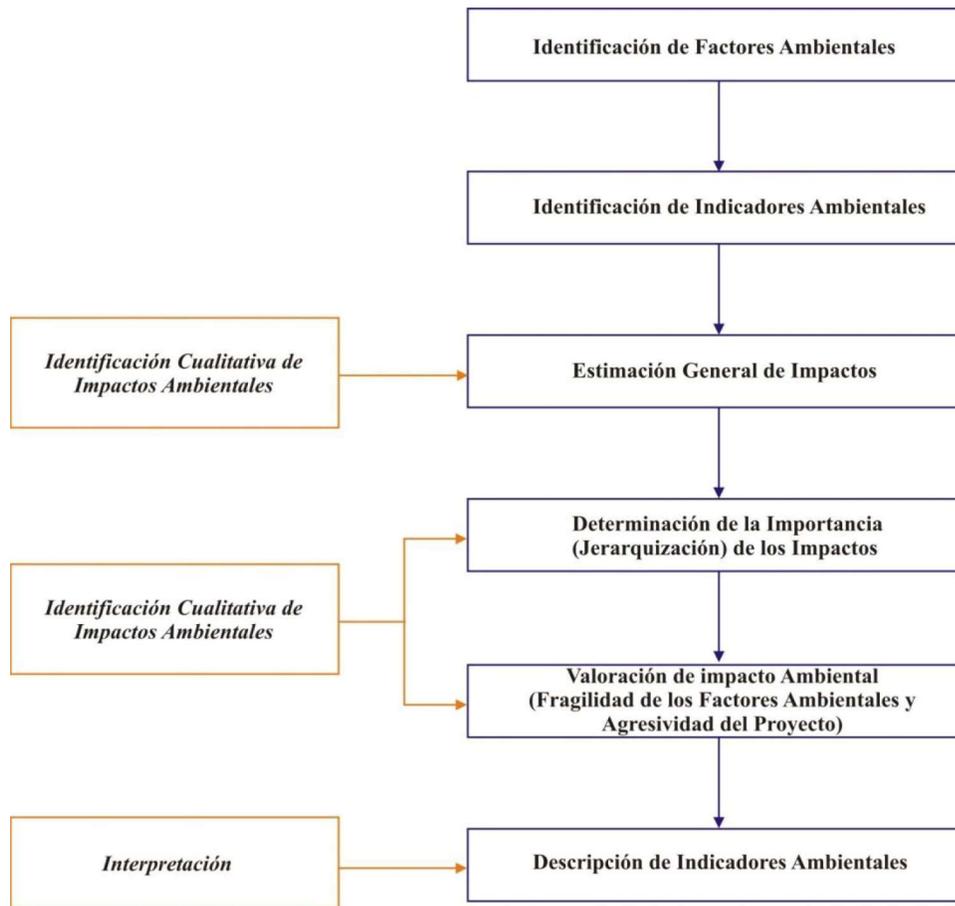


Figura V.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.2 Análisis de los impactos ambientales del proyecto

V.2.1 Impactos típicos ocasionados por proyectos de exploración minera

A continuación se hace referencia a los principales impactos típicamente causados por la minería en su fase de exploración. Es muy importante mencionar que los impactos descritos a continuación en esta sección no corresponden en particular al Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., sino que son mencionados solamente como una referencia de otros proyectos similares:

Afectación de las aguas superficiales

Los residuos e insumos de la barrenación (como combustibles, lubricantes y residuos líquidos), cuando son manejados, almacenados o transportados de manera inadecuada pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales.

Afectación de los suelos

La exploración minera implica en ocasiones la eliminación del suelo en el área de exploración, y produce un resecamiento del suelo en la zona circundante.



Impacto sobre la flora

La exploración implica generalmente la eliminación de la vegetación en los caminos de exploración, y en el área del barrenado y planilla.

Impacto sobre la fauna

La fauna se ve perturbada y/o ahuyentada principalmente por el ruido.

Por otro lado, este tipo de proyectos proveen también algunos impactos benéficos, ya que tienden generalmente a incrementar el beneficio económico y social de la gente al generar fuentes de empleo y promover la dotación de servicios.

V.2.2 Actividades impactantes

La evaluación de los impactos ambientales del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se hizo para las etapas de preparación del sitio (limpieza y acondicionamiento de los caminos de exploración y de las planillas de barrenación) y operación temporal (barrenación). La descripción de estas actividades se encuentra en el Capítulo II.

V.2.3 Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

La primera etapa de la evaluación de impacto ambiental del proyecto consistió en un análisis preliminar para identificar las principales alteraciones asociadas al proyecto. Los impactos fueron determinados primeramente en forma cualitativa considerando los siguientes criterios (Tabla V.4):

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
 - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante
 - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
 - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
- Amplitud del impacto
 - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma
 - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
 - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de gente
- Importancia del impacto
 - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia
 - Medio: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
 - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área

- Signo del impacto:
 - Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
 - Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables

A continuación se presenta la Tabla de Impactos Generales obtenida:

Tabla V.4. Estimación general de impactos

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Baja	Local	Menor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Baja	Puntual	Menor	-
Fauna	Baja	Local	Menor	-
Paisaje	Baja	Puntual	Menor	-
Infraestructura	Baja	Puntual	Menor	+
Cultural	Baja	Puntual	Menor	+
Medio Económico	Baja	Regional	Menor	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Por la intensidad de la alteración, de los componentes ambientales evaluados, ninguno tendrá perturbación ambiental Alta o Media negativa. Cinco de los impactos serán de Baja alteración negativa (componentes atmósfera, suelo, flora, fauna y paisaje). Los componentes de infraestructura, cultural y medio económico recibirán impactos positivos bajos
- Por la amplitud del impacto negativo, dos serán de alcance Local (atmósfera y fauna), y tres Puntuales (suelo, flora y paisaje). Dos impactos positivos, también puntuales, serán sobre la infraestructura y cultura; mientras que el medio socioeconómico tendrá una amplitud Regional de carácter positivo
- Por su importancia, todos los impactos serán Menores
- En resumen, se prevén cinco impactos negativos y tres positivos. Por su Intensidad todos los impactos serán Bajos; por su Amplitud mayormente Puntuales, alcanzando sin embargo las tres escalas consideradas; y por su Importancia serán de Menores

V.2.4 Identificación de impactos ambientales

A continuación se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones identificadas que tendrán lugar y que serán causa de los posibles impactos.



En la Tabla V.5 se presenta la Matriz de identificación de impactos del proyecto.

Tabla V.5. Matriz de Identificación de Impactos



SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa	
				P r e p a r a c i ó n	O p e r a c i ó n
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	a	a
			NIVELES SONOROS	a	a
		SUELO	POTENCIAL DE EROSIÓN	a	a
			COBERTURA	a	ND
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	a	ND
			COBERTURA VEGETAL	a	ND
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	a	a
			ESPECIES PROTEGIDAS	a	ND
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	a	a
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	a	a
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA	ND	b
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	b	b
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	b	b

A = Impacto adverso significativo

a = Impacto adverso poco significativo

ND = No determinado

B = Impacto benéfico significativo

b = Impacto benéfico poco significativo

De la matriz de identificación de impactos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los servicios e infraestructura para la mina; la capacitación, educación y programas; así como el desarrollo económico, son los componentes que presentan impactos benéficos aunque poco significativos
- Los componentes ambientales con impactos adversos poco significativos son: atmósfera, suelo, flora, fauna y paisaje
- Respecto a los impactos al medio inerte, los principales factores afectados serán calidad del aire, niveles de ruido, potencial de erosión y cobertura de suelo
- En cuanto a los impactos al medio biótico, los factores más afectados serán la cobertura vegetal, y la distribución espacial y temporal de la fauna
- Respecto a los impactos al medio perceptual, serán sobre las cualidades estéticas del paisaje y la continuidad paisajística
- La etapa más impactante del proyecto será la preparación del sitio



- El 86% de los impactos en ambas etapas del proyecto son adversos, de los cuales todos son no significativos. El 24% de los impactos son benéficos.

V.2.5 Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Una vez identificadas las posibles afectaciones que ocasionaría el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se desarrolló una matriz para cuantificar la importancia de dichos impactos en cada etapa del proyecto (Anexos V.1 y V.2).

Para la caracterización de la importancia de cada impacto se utilizaron los siguientes diez atributos o parámetros de referencia:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce de las matrices de impactos ambientales (Anexos V.1 y V.2) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos determinados, utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla V.3).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describen cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

Intensidad (IN) – Grado de destrucción

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.



Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

Reversibilidad (RV)

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna una valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es



superior a la que cabrían de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción como consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) ó (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando

el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla V.6 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

Tabla V.6. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

Atributo	Características	Valor
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 100 y 300, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En los Anexos V.1 y V.2 se presentan las matrices de ponderación de importancia de los impactos de cada una de las acciones del proyecto (preparación del sitio y operación temporal). Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

Preparación del sitio:

- En esta etapa no se presentarán impactos severos ni críticos
- Se estiman impactos moderados en calidad del aire, cobertura de suelo y cobertura vegetal
- El medio inerte será el subsistema más afectado, por los impactos a los componentes atmósfera y suelo

Operación temporal:

- En esta etapa no se presentarán impactos severos ni críticos
- Se estimó un impacto moderado sobre el nivel sonoro, y sobre la distribución espacial y temporal de la fauna
- El medio inerte, biótico y perceptual serán subsistemas afectados, especialmente atmósfera, fauna y paisaje. No obstante la mayoría de los impactos se estiman compatibles
- Habrá impactos benéficos moderados por los servicios a la mina, por la capacitación, educación y programas, y por el desarrollo económico

V.2.6 Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado su grado de importancia, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los datos obtenidos del valor de importancia de cada uno de los impactos para cada etapa del proyecto (Anexos V.1 y V.2), traspasándolos a la matriz de valoración mostrada en el Anexo V.3. En esta matriz se pondera al efecto de acuerdo a lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asigna un factor de peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (UIP). La determinación de los valores numéricos de cada factor de peso se basó en el juicio del grupo multidisciplinario de

especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo a su grado de contribución al sistema ambiental.

En la matriz de valoración de impactos (Anexo V.3), se presentan en la columna del factor, las UIP asignadas a cada factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada factor ambiental. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del proyecto (Anexo V.3), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La etapa más impactante será la preparación del sitio del proyecto para los caminos de exploración y planillas
- Por la magnitud de su impacto adverso al ambiente, las etapas de desarrollo del proyecto pueden ordenarse, de mayor a menor agresividad, de la siguiente manera: preparación del sitio y operación temporal
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: niveles sonoros, calidad del aire, continuidad paisajística, distribución espacial y temporal de la fauna, potencial de erosión del suelo, cobertura vegetal, cobertura del suelo, especies protegidas de fauna, y distribución espacial y temporal de la vegetación
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: niveles sonoros, calidad del aire, distribución espacial y temporal de la fauna, potencial de erosión, cobertura vegetal, cobertura de suelo, continuidad paisajística, especies protegidas de fauna, cualidades estéticas y distribución espacial y temporal de la vegetación
- Los impactos benéficos ocasionados por el factor Servicios e infraestructura para mina, se presentarán una vez iniciada la etapa de operación. El factor de capacitación, educación y programas, así como el de desarrollo económico, tendrán la misma magnitud en las dos etapas por ser factores constantes
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los subsistemas ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: medio inerte, medio perceptual y medio biótico
- Por la magnitud del impacto adverso relativo, los subsistemas ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: medio inerte, medio biótico y medio perceptual

- El medio físico recibirá impactos adversos compatibles y moderados. No se estimaron impactos severos ni críticos
- El medio socioeconómico recibirá impactos benéficos moderados

V.2.7 Descripción de los impactos potenciales significativos identificados

El proceso de evaluación de impacto ambiental permitió identificar los impactos potenciales basados en las actividades del proyecto y las acciones asociadas de acuerdo a los componentes ambientales. A cada impacto potencial identificado (Anexos V.1 y V.2) se le asignó un código, de acuerdo a lo mostrado en la Tabla V.7.

Tabla V.7. Impactos adversos potenciales identificados

Componente ambiental	Código	Impacto potencial
Atmósfera	A-01	Disminución de la calidad del aire
Atmósfera	A-02	Aumento de ruido
Suelo	S-01	Remoción de suelo
Flora	F-01	Disminución de la cobertura vegetal
Fauna	Fa-01	Alejamiento de la fauna silvestre

A continuación se describen los impactos ambientales potenciales identificados por el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. (Tabla V.7).

Impactos Adversos

Atmósfera

A-01 Disminución de la calidad del aire

Las actividades que comprenden el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. causarán la emisión de contaminantes atmosféricos que en cierta medida alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán principalmente dos orígenes: emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos, y la suspensión de polvo por el paso de vehículos en los caminos de brecha.

Tanto la maquinaria como los vehículos utilizados en el proyecto consumen gasolina o diesel como combustible, que son hidrocarburos que al quemarse generan gases contaminantes, típicamente compuestos por óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de carbono (CO_x), y óxidos de azufre (SO_x) principalmente; sin embargo, si la combustión no se completa de forma adecuada en los motores de los vehículos, puede haber emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).

El tráfico vehicular por los caminos existentes provoca la emisión de partículas sólidas suspendidas. La velocidad de asentamiento de polvos así como la distancia que viajan las partículas



suspendidas se relaciona directamente con las corrientes de aire; sin embargo, otros factores como las condiciones meteorológicas locales, las características del suelo, la presencia de vegetación y/u otras barreras físicas entorno a los puntos de emisión, etc. influyen también en la dispersión de las partículas suspendidas. Este tipo de emisiones son catalogadas como fugitivas, porque de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA), “no se pueden conducir a través de una chimenea, conducto de ventilación u otras aperturas funcionalmente equivalentes” (EPA, 2009). La circulación de vehículos que utilizará el personal, supone un aumento del tráfico por los caminos en la zona del proyecto por lo que se considera un impacto acumulativo.

Las actividades de desmonte y despalme para los caminos nuevos de exploración y el acondicionamiento de las planillas, así como el proceso mismo de barrenación provocarán también la emisión fugitiva de polvos. Durante estas etapas es difícil realizar una estimación de la cantidad de contaminantes que serán emitidos por la maquinaria y los vehículos que llegarán o transitarán por el sitio y que además emitirán polvos, ya que estas emisiones dependerán del tamaño, condiciones de operación, tipo de combustible, motor, edad y mantenimiento de los mismos, así como de las condiciones físicas del terreno.

Sin embargo, de acuerdo a la experiencia se prevé que las emisiones serán periódicas, fugitivas y de extensión parcial. Este impacto se considera Moderado durante la etapa de preparación, y Compatible durante la operación temporal.

Este impacto es reversible si se considera que el efecto finaliza casi inmediatamente después que cesa la actividad causante del impacto.

A-02 Aumento de ruido

El uso de maquinaria y aumento de tráfico, además de la presencia humana, significará un incremento del nivel de ruido en los diferentes sitios donde se explorará. La barrenación puede causar una variedad de sonidos originados de máquinas perforadoras.

Por la ubicación de los centros de población más próximos al área del proyecto, no se estima que los efectos por el incremento de niveles sonoros generados por la preparación de los sitios o la operación temporal, sean percibidos por la gente que habita en las inmediaciones a los barrenos. Sin embargo, el impacto sobre este factor representa indirectamente una perturbación a la fauna silvestre.

Se considera que este impacto será Compatible en la preparación del sitio y Moderado durante la operación, pero en ambos casos será reversible y recuperable, ya que una vez que los trabajos de exploración concluyan, el efecto terminará. El incremento en los niveles sonoros se considera temporal. En cuanto a su extensión es parcial porque afecta al área donde se produce pero también las ondas se dispersan a diferentes distancias de acuerdo a factores como el viento y presencia de barreras físicas (densidad de la vegetación).



Suelo

S-01 Remoción de suelo

Como pérdida de suelo se considera una reducción en la cobertura del suelo orgánico y en su profundidad efectiva.

Las actividades de despalme implicarán la remoción de suelo para la preparación de los sitios donde se abrirán los caminos de exploración y se construirán las planillas de barrenación, pues sus cualidades mecánicas no ofrecen la estabilidad que requiere la maquinaria por sus dimensiones y características. Es por tal razón, que el impacto al factor de cobertura del suelo se presenta de manera Moderada solo durante la etapa de preparación, y particularmente en las áreas donde el uso de suelo es forestal y no agrícola.

El impacto es temporal, reversible y recuperable de manera inmediata en las áreas de las planillas, ya que el suelo orgánico que se removerá se conservará para su restauración, una vez concluida la operación del proyecto, quedando el área en condiciones similares a las originales. Por otro lado, para los caminos de exploración abiertos, aunque haya una restauración de la capa del suelo, se estima que haya cierto grado de compactación que afecte la profundidad.

Flora

F-01 Disminución de la cobertura vegetal

Con el desarrollo del proyecto, el impacto sobre el componente ambiental flora, se dará durante la preparación de las planillas de barrenación y los caminos de exploración, esto debido a las actividades de desmonte que implican la pérdida de 9.2041 ha de vegetación en las áreas con uso de suelo forestal. Este impacto sería Moderado.

El efecto de este impacto es puntual por que afecta a sectores reducidos del área de influencia y es directo, pero de carácter acumulable con la pérdida de vegetación en el área por otras actividades, principalmente de agricultura. Es reversible y recuperable a mediano plazo ya que, en función de las características de la zona, la vegetación podrá regenerarse.

Fauna

Fa-01 Alejamiento de la fauna silvestre

El aumento de los niveles de ruido y posibles vibraciones ocasionadas por la operación de la maquinaria causará estrés en los animales y ahuyentará a las especies más susceptibles. Este impacto podría llegar a ser Moderado durante la operación temporal del proyecto.

Este aumento de ruido indirectamente podría afectar a Aves, Reptiles y Mamíferos. Sin embargo debe resaltarse que el medio ha sido modificado por actividades antrópicas por décadas, por lo que la abundancia de la fauna en el área de estudio es reducida. Es así que el efecto que provoca incrementar el nivel de ruido es acumulable a otros efectos que impactan el factor de distribución espacial y temporal

de la fauna. La alteración de la vida silvestre puede traducirse en tensión que ocasiona el desplazamiento de una población, el abandono de nidos o zonas de reproducción.

El impacto es reversible por si solo, pues una vez que las actividades que provocan el impacto terminen, las especies particulares que se vean afectadas podrán recuperarse, en un período de tiempo determinado. Este impacto se considera indirecto porque son los indicadores ambientales de generación de ruido, vibraciones y presencia humana los que afectan a la fauna, no el proceso de barrenación propiamente.

Impactos Benéficos

Por otra parte, el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. ocasionará impactos positivos en el medio económico, los cuales se enlistan en la Tabla V.8 y se describen a continuación.

Tabla V.8. Impactos benéficos identificados

Componente ambiental	Código	Impacto benéfico
Infraestructura	In-01	Servicios para la mina
Cultural	Cu-01	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Me-01	Desarrollo económico

Medio Económico

In-01 Servicios para la mina

El programa de exploración tiene como objetivo la definición de las reservas de mineral, que permita la planeación adecuada y el crecimiento de la mina. Brindará por lo tanto un servicio a la mina para que pueda continuar con sus procesos; considerándose así, como un impacto benéfico aunque de baja intensidad, siendo el de menor magnitud de los tres impactos favorables identificados.

Cu-01 Capacitación, educación y programas

Todo el personal que trabaja para las empresas contratistas, por política interna de Minera Fresnillo, tiene que recibir una inducción sobre la Política Ambiental y sobre las normas y reglamentos de higiene, seguridad y medio ambiente laboral de la empresa correspondiente, lo que representa capacitación y educación para el personal, en estas materias.

Me-01 Desarrollo económico

Los beneficios económicos del proyecto incluyen un incremento de la oferta de empleo durante la exploración. La fuerza laboral vendrá de la región, estimulando la economía de la zona. Este impacto será benéfico aunque Moderado. Sin embargo, cabe hacer énfasis en la gran influencia que usualmente tiene la minería en la economía de las regiones donde se desarrolla; dado que el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. contribuirá al posible crecimiento de la mina, este beneficio se verá reflejado como un impacto significativo para la zona de manera indirecta y a largo plazo.

Durante la etapa de operación será un impacto temporal porque se prolongará solo durante el tiempo que dure la barrenación, será localizado y directo, dado que es un impacto positivo no será necesario efectuar medidas para mitigarlo.

V.2.8 Impactos identificados por etapa del proyecto

Para identificar en qué etapa del proyecto se presentan los impactos potenciales señalados en las Tablas V.7 y V.8, se elaboró la siguiente tabla, que muestra la interacción de los componentes ambientales y las actividades del proyecto.

Tabla V.9. Impactos potenciales en cada componente ambiental por etapa del proyecto

Componente	Etapa del proyecto	
	Preparación	Operación
Atmósfera	A-01	A-01
	A-02	A-02
Suelo	S-01	
Flora	F-01	
Fauna	Fa-01	Fa-01
Infraestructura		In-01
Cultural	Cu-01	Cu-01
Medio Económico	Me-01	Me-01

La fase del proyecto que más impacta al medio físico es la preparación del sitio (acondicionamiento de planillas de barrenación y apertura de caminos de exploración). En general, los componentes ambientales afectados son la atmósfera, suelo, flora, fauna y paisaje.

V.2.9 Evaluación de los impactos por componente ambiental

Los impactos ambientales identificados del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. pueden ser divididos en tres grandes categorías:

- Alteración de los recursos naturales
- Contaminación
- Impactos al entorno

Alteración de los recursos naturales

El incremento de la presión humana por aumento de tráfico, ruido y el uso de la maquinaria en la zona de exploración, puede alterar los recursos suelo, flora y fauna. Habrá impacto negativo sobre la vegetación por actividades de desmonte, la fauna será ahuyentada, mientras que el suelo será afectado durante las actividades de preparación de caminos, planillas y perforación.



Contaminación

El proyecto puede ocasionar emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos. El ruido puede ocasionar estrés a la fauna receptora de la zona aledaña.

Impactos al entorno

Las acciones propias de exploración del proyecto, tales como: movimiento de maquinaria, movimiento de materiales, etc. son actividades que impactan el ecosistema. Las actividades de exploración pueden provocar deterioro del escenario, alejamiento de la fauna y erosión del suelo.

Por otro lado, el proyecto implica también impactos benéficos, especialmente al entorno económico, como la generación de empleos directos e indirectos, y la promoción del movimiento de bienes y servicios.

A continuación se describen los impactos que recibirá cada componente ambiental:

Atmósfera

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. incrementará el tráfico de vehículos y de personas en la zona, esto implicará que algunos impactos se verán intensificados progresivamente en detrimento del medio ambiente.

Al momento de la barrenación se prevé un incremento en los niveles de ruido y en la emisión de contaminantes atmosféricos, debido no solamente al tráfico normal en la zona, sino principalmente por la operación de maquinaria y equipo necesarios durante esta fase. Estos niveles se elevarán de manera proporcional al aumento de tráfico vehicular y al uso de maquinaria. El incremento de los niveles sonoros será percibido en las diferentes fases del proyecto, sin embargo no se estima que los centros de población ubicados cerca del proyecto pudieran ser receptores de este impacto.

Suelo

Las afectaciones al suelo se darán principalmente en la preparación de los caminos de exploración y planillas en los terrenos forestales, donde se ocasionarán afectaciones por el movimiento de tierras y exponer suelos a la erosión por los cambios del terreno. Para las planillas que se instalarán dentro de parcelas agrícolas, el componente suelo tendrá un impacto menor, ya que se retirará durante el despalme pero se devolverá a su sitio una vez terminado el barreno. Así, este efecto es acumulativo pero sí es recuperable conservando el suelo removido para la posterior restauración del sitio.

Vegetación

Durante el acondicionamiento de las planillas de barrenación y la apertura de caminos de exploración, se harán algunas actividades de desmonte y despalme, principalmente en los terrenos forestales, lo que afectará directamente y de forma puntual la cobertura de la vegetación. A su vez, el desmonte indirectamente causará efectos sobre el patrón de distribución de la vegetación en los terrenos forestales y podría facilitar mayor desarrollo de vegetación asociada al disturbio.



Fauna

Al igual que la flora, la fauna ha sido afectada de forma acumulativa por la constante intervención que se ha producido a lo largo de varios años en la zona, como consecuencia de actividades de exploración minera en la región.

Infraestructura

Aun cuando el componente es llamado Infraestructura, en este punto se evalúan también los servicios que el proyecto le ofrecerá a la mina. Es así que se estima que todo el programa de barrenación representa un impacto benéfico para los servicios de la mina, que podrá ofrecer argumentos para definir y planear su capacidad de producción y promover una mayor dinamización de la economía local.

Cultural

Se considera como un impacto benéfico, aunque no sea significativo, la capacitación que recibirá el personal que será contratado para realizar las actividades de exploración, que incluye cursos sobre su protección y conservación del medio ambiente.

Medio Económico

En el recurso económico, los impactos se presentan en las dos etapas del proyecto. De los impactos positivos el más importante es la dinamización de la economía local como producto de la contratación de personal local.

V.2.10 Impactos Acumulativos

Además de los efectos específicos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se tomaron en cuenta los efectos acumulativos de la actividad minera y la actividad agropecuaria que han modificado el paisaje y el medio físico en la zona. El proyecto se examinó utilizando una variedad de fuentes de información y mapas, incluidas imágenes satelitales recientes a fin de identificar los usos de la tierra y actividades en el área de estudio (Capítulo VIII). Además, un elemento de evaluación considerado durante el análisis de la importancia de cada impacto es la Acumulación de dicho impacto considerado sobre cada factor ambiental.

Factores físicos

Los efectos sobre la calidad del aire, ruido, suelo, flora y paisaje, principalmente, podrían acumularse en su magnitud, al sumarse a los ocasionados por otras actividades en la zona. Se estima que los efectos acumulativos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. con respecto a los componentes del medio ambiente de la región no serán significativos.

Se identificaron fuentes importantes de emisión de ruido en equipos como los sopladores de aire para las minas subterráneas, en diferentes sitios del área de estudio. Sin embargo, por la distancia en que



éstos se encuentran entre sí, y la ubicación de las planillas de barrenación del proyecto, los efectos acumulativos sobre el factor de niveles sonoros serán de baja magnitud.

La apertura de nuevos caminos de exploración en las áreas forestales puede afectar de forma acumulativa la pérdida de suelos. Existen otras actividades de uso del suelo en la región que pueden afectar a este recurso, pero se desconocen actualmente proyectos mineros planificados que puedan tener un efecto acumulativo mayor sobre el recurso suelo en las áreas adyacentes al proyecto.

Factores bióticos

La ejecución del proyecto ejercerá un efecto negativo acumulativo de ahuyentamiento de fauna, pero con base en la descripción del medio físico, que se encuentra con alto grado de alteración, este efecto no será significativo.

El desmonte para el acondicionamiento de planillas de barrenación y de caminos de acceso en terrenos forestales, conlleva una pérdida de la cobertura de la vegetación en el área del proyecto, que se suma a las áreas desmontadas por otras actividades, pero dentro del contexto regional y local no representará tampoco una pérdida significativa.

Factores económicos

La generación de empleos, el abastecimiento de insumos con proveedores locales, así como los impuestos pagados por el proyecto de exploración, constituyen impactos benéficos que se acumulan a otros que propician el desarrollo de la zona.



VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o correctivas generales

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. se pretende desarrollar en una zona que históricamente ha sido explorada y explotada con fines mineros. Aunque se requerirá la apertura de unos caminos de exploración para la colocación de nuevas planillas en terrenos forestales, se utilizarán los caminos existentes en la zona como una medida de prevención para causar el menor impacto ambiental posible.

Minera Fresnillo S.A. de C.V., tiene como política ambiental cumplir con la implementación de todas aquellas medidas que sean requeridas para la realización de las obras y actividades en las diferentes etapas del proyecto, por lo cual, además de las medidas de mitigación para los impactos sobre cada componente ambiental que se describen en el presente Capítulo, propone la implementación y/o continuación de las siguientes medidas generales para la prevención y mitigación de los posibles impactos del proyecto.

Minera Fresnillo S.A. de C.V. cuenta con un certificado de Industria Limpia, expedido por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y con el certificado de calidad ambiental ISO14001:2004, que entre muchos otros requisitos, obligan a la empresa a contar con un Sistema de Administración Ambiental (SAA).

Las empresas contratadas para la perforación de los barrenos, además de acatar los lineamientos del SAA de la empresa que los contrata, cuentan con políticas de seguridad y medio ambiente propias que se aplicarán a sus actividades en el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Supervisión Ambiental

Se implementará un Programa de Supervisión Ambiental, por parte del personal de Minera Fresnillo S.A. de C.V. y personal de las empresas contratistas, con el objetivo de que se apliquen correctamente las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

Así mismo, el Programa de Supervisión Ambiental será una herramienta para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación, e identificar áreas de mejora, para dar cabal cumplimiento a las obligaciones ambientales a las que está sujeto el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

El alcance del programa consiste en verificar la implementación de las medidas preventivas y de mitigación, así como el cumplimiento de la normatividad y legislación ambiental aplicable en los 112 sitios seleccionados para barrenar y en los trazos de los caminos de exploración por abrir, durante las etapas de preparación del sitio y operación temporal.



Se deberá observar también durante la ejecución del proyecto aquellos aspectos o actividades que no se desarrollen adecuadamente, o que de alguna manera no cumplan con la legislación y Normas Oficiales Mexicanas correspondientes a otras Secretarías o instancias gubernamentales, y que su incumplimiento pueda poner en riesgo al medio ambiente, aunque no de manera inmediata; especialmente lo procedente en materia de seguridad laboral.

Para tal efecto, los Supervisores de Medio Ambiente serán los responsables de la aplicación, ejecución y actualización (mejoras) del Programa de Supervisión Ambiental. Las principales actividades que desempeñarán son:

- Recorridos continuos por todos los frentes de trabajo del proyecto
- Informar y hacer cumplir la política ambiental y las reglas generales de Seguridad y Medio Ambiente, a todo el personal contratista
- Llevar estricto control de actividades y/o medidas establecidas para la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente, descritas en este Capítulo
- Evaluar la necesidad de proponer cambios en las medidas de prevención y mitigación
- Verificar las condiciones de seguridad e higiene laboral de los frentes de trabajo y de todo el personal con el fin de prevenir accidentes
- Levantar reportes y atención a incidentes (contratistas, arrendadores, personal, visitantes, etc.)
- Verificar el correcto manejo y almacenamiento de los residuos generados en el proyecto
- Verificar y exigir al contratista que la maquinaria opere en buenas condiciones
- Efectuar control correctivo en caso de detectar desviaciones en algún equipo, implicando paro de actividad, inspección y arreglo/ajustes
- Monitorear las condiciones generales de la vegetación circundante (salud, vigor, renuevos, plaga, enfermedad, muerte)
- Coordinar la aplicación buenas prácticas operativas para el mejoramiento del desempeño ambiental del proyecto

Como evidencia de la implementación del Programa y cumplimiento de sus objetivos, se elaborarán reportes semestrales y un informe final, además del llenado de bitácoras, según se describe a continuación:

Bitácora de control ambiental

Se llevará una bitácora durante la etapa de preparación y acondicionamiento de las planillas y caminos, de formato a convenir, donde deberá quedar registrado, para cada planilla y para cada camino, por lo menos la siguiente información:

1. Localización geográfica
2. Condiciones del sitio (estado de la vegetación, presencia de fauna, etc.)
3. Actividades realizadas
4. Equipo, personal e insumos empleados
5. Incidentes o accidentes presentados
6. Medidas aplicadas para corrección inmediata en caso de accidente
7. Observaciones generales



Esta bitácora será preferentemente llenada por el personal del equipo de barrenación (contratista), por lo que también es tarea de los Supervisores de Medio Ambiente, definir el formato de la bitácora, capacitar al personal contratista para su llenado y hacer una revisión continua de la bitácora para comprobar que este siendo llenada adecuadamente.

La bitácora de control ambiental será en formato impreso. Sin embargo, deberá llevarse simultáneamente un registro fotográfico electrónico donde se incluya cada zona o frente de trabajo y sus condiciones perimetrales, antes, durante y después de la realización de las actividades planeadas, indicando claramente en el registro a qué planilla o camino corresponden las fotografías tomadas.

Bitácora de Residuos Peligrosos

La bitácora de residuos peligrosos (RPE) deberá ser llenada por los Supervisores de Medio Ambiente, o por otra persona designada para hacerse cargo del manejo de los RPE y su almacenamiento temporal. Según lo establecido en el Reglamento de la LGPGIR, Capítulo IV, Artículo 71, para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos, la bitácora deberá tener el siguiente contenido:

1. Fecha de ingreso al almacén
2. Nombre del residuo
3. Características de peligrosidad
4. Área o proceso donde se generó
5. Cantidad generada
6. Fecha de salida del residuo del almacén
7. Nombre, denominación o razón social del prestador de servicios
8. Número de autorización del prestador de servicios
9. Nombre del responsable técnico de la bitácora
10. Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén

Reporte fotográfico

Cada seis meses se deberá elaborar un reporte de seguimiento al cumplimiento normativo y de la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos, y que incluya evidencia fotográfica de las actividades de las etapas de preparación del sitio y operación temporal del proyecto. De ser solicitado, este reporte deberá entregarse a la Delegación Estatal de SEMARNAT, y se deberá conservar una copia del acuse de recibo con sello y firma.

Informe final

Al término del proyecto, se deberá informar a la SEMARNAT de la conclusión de actividades del Programa de Supervisión Ambiental, mediante un documento que incluirá una valoración del grado de cumplimiento de las condicionantes ambientales estipuladas, así como señalar las medidas de mitigación o prevención que hayan sido incumplidas, la razón por la cual no se cumplieron, y en su caso, las medidas que fueron adoptadas para dar cumplimiento.



Reglamento interno

Durante el desarrollo de las actividades de exploración minera del proyecto, se adoptarán y cumplirán las disposiciones previstas en el reglamento interno de Minera Fresnillo S.A. de C.V., que incluye a los contratistas y establece las reglas básicas de seguridad, medio ambiente y relaciones comunitarias que todo el personal que labora para cualquier proyecto de estas empresas debe observar.

Manejo integral de los residuos

Manejo de Residuos Líquidos

En el marco de la implementación del proyecto en sus etapas de preparación del sitio y operación temporal, se contempla la aplicación de la siguiente acción:

- Supervisar el uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo

Manejo de Residuos Sólidos

Los residuos sólidos generados serán separados en residuos inorgánicos y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación (planillas de exploración).

Por medio de vehículos propios del proyecto, serán retirados los residuos sólidos no peligrosos y conducidos hacia el basurero municipal de Fresnillo, o donde la autoridad municipal lo disponga.

Manejo de Residuos Peligrosos

El procedimiento para el manejo adecuado de los residuos peligrosos que puedan ser generados comúnmente durante la etapa de operación temporal del proyecto, incluye el uso de contenedores adecuados para las características de los residuos, preferentemente metálicos y que tengan tapa. Así mismo, los residuos deberán estar bien identificados desde que son depositados en los contenedores. Para evitar la contaminación del suelo natural por derrames accidentales, se deberá colocar algún geotextil, charola de contención o cualquier otro material impermeable bajo los contenedores en los que se viertan los residuos peligrosos en estado líquido, y se deberán utilizar herramientas y equipo de protección personal adecuados para ese propósito. Los residuos generados en los frentes de trabajo, deberán ser transportados al almacén temporal de cada empresa contratista, con la finalidad de ser entregados periódicamente a una compañía que cuente con las autorizaciones correspondientes para su manejo y disposición final.

Plan de Cierre

Los impactos al ambiente identificados que causará el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. no se estima que sean permanentes, por lo que el proyecto no requiere un plan de cierre. Sin embargo, se deberá garantizar que los sitios donde se acondicionarán las planillas de barrenación y los caminos de exploración, sean devueltos a sus condiciones previas al proyecto, una vez finalizadas las obras y actividades de exploración.



VI.2 Descripción de la medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Con base en los impactos identificados anteriormente (Capítulo V), a continuación se describen las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto, para cada componente ambiental:

Atmósfera

Las medidas de mitigación propuestas para la calidad de aire son las siguientes:

- Para mitigar el efecto producido por las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinaria en la zona del proyecto, se recomienda, cuando sea posible y especialmente en épocas de tiempo seco, el riego periódico de los caminos. En ningún caso se aceptará para atenuar este efecto el riego de aceite quemado u otro elemento contaminante
- El equipo y maquinaria deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas y operando para cumplir con límites de calidad de aire. Esta medida permitirá obtener una combustión completa, un funcionamiento adecuado de los diferentes equipos y una reducción en los niveles de ruido y emisión de gases contaminantes
- El contratista tendrá la obligación de realizar un autocontrol de las emisiones de su maquinaria, equipo y vehículos. El supervisor ambiental vigilará por el cumplimiento de esta recomendación
- No se permitirá la operación de equipo que hubiera sido alterado, de forma que los niveles de ruido sean más altos que los producidos por el equipo original
- Se prohíbe el uso de explosivos para la exploración minera
- Los vehículos en la zona deberán transitar a un máximo de 30 km/hora
- Queda prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo
- Queda prohibido el uso de equipos de sonido en los lugares de trabajo
- Las fuentes de luz artificial solo serán activadas cuando así se requiera

Suelo

- La capa de suelo orgánico de las planillas de barrenación será removida antes de la preparación de las mismas y reubicada en el lugar original al terminar la barrenación en cada planilla
- La limpieza del terreno deberá restringirse al área de las planillas de exploración de obras y al área de caminos nuevos, para evitar erosión de suelos desprovistos de vegetación, mayor deterioro de la flora y destrucción del hábitat natural de la fauna (en los terrenos forestales)



- Las áreas por las que se desplazaría la maquinaria deberán restringirse a los caminos de acceso existentes, a los caminos proyectados para la Exploración para Minera Fresnillo y a los sitios predeterminados para la obra. No se construirán caminos adicionales, ni zonas para maniobrar, que no estén contemplados en el plano del proyecto
- Se colocará un geotextil debajo de la maquina perforadora y de otros equipos y contenedores de aditivos o residuos peligrosos para prevenir la contaminación del suelo desnudo en caso de algún derrame accidental.

Vegetación

- El desmonte de la cobertura vegetal debe limitarse a las áreas definidas en el plano del proyecto para la apertura de caminos y la preparación de las planillas
- El desmonte en la zona del proyecto contempla los siguientes procedimientos estándar:
 - Los límites de las zonas de trabajo deberán ser claramente delineadas, y el Supervisor asegurará que ningún desmonte se realice más allá de estos límites
 - Los cortes de vegetación obtenidos durante el desmonte no serán depositados en los lechos de los arroyos. Si se observa que cualquier escombros vegetal originado por el proyecto se encuentra impidiendo el curso de los arroyos, los grupos de trabajo retirarán el obstáculo
 - El desmonte será manual y mecánico, es decir, no se utilizarán agroquímicos ni fuego en esta actividad
- Incluir señalamientos donde se prohíba estrictamente la extracción y/o cualquier perjuicio hacia las plantas silvestres dentro del área de estudio y zonas aledañas
- Se prohibirá la introducción de especies no nativas al lugar
- Al concluir las actividades en cada planilla, se volverá a colocar el suelo orgánico en las zonas afectadas y se deberá llevar a cabo una reforestación con especies nativas dentro de las áreas forestales en las que no se proyecte ninguna actividad por parte del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., o donde no se prevean actividades agrícolas o mineras

Fauna

- Incluir señalamientos donde se prohíba estrictamente la caza, captura, extracción y/o cualquier perjuicio hacia los animales dentro del SA y zonas aledañas. Se establecerán sanciones en caso de incumplimiento
- Capacitar al personal del proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.)



- Incluir dentro de las actividades del proyecto pláticas de educación ambiental a todo el personal que allí laborará
- Minimizar, en la medida de las posibilidades, la destrucción de cobertura vegetal en los terrenos forestales para evitar una mayor perturbación a la fauna por la destrucción de hábitat
- Antes de la preparación del terreno para la apertura de caminos y para las planillas de exploración, personal capacitado ahuyentará a las aves y otros animales que se encuentren en el sitio, de ser necesario se reubicarán a los especímenes que no tengan una respuesta de huida suficientemente efectiva
- Se prohibirá la introducción de animales silvestres o domésticos al área de estudio

VI.3 Impactos residuales

De acuerdo a la SEMARNAT, se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., por sus características, prevé impactos residuales no significativos.

La medida de mitigación general más importante, es la de retornar el sitio donde se exploró a las condiciones que tenía antes de comenzar las obras y actividades del proyecto. En la medida que se cumpla esta premisa, mayor será la certeza de que los impactos en general serán localizados, temporales, reversibles y de media o baja importancia.

No obstante, se han identificado algunos impactos adversos que se pueden presentar aun después de la aplicación de las medidas de mitigación propuestas. Dichos impactos se presentan a continuación.

Atmósfera

Los efectos residuales anticipados sobre atmósfera son:

- Disminución de la calidad del aire por la emisión continua y localizada de NO_x, CO_x y SO_x de los escapes de los vehículos y equipos, y generación de polvo durante la exploración minera
- Incremento temporal y localizado de ruido generado por vehículos y operación de equipos durante la exploración
- Las emisiones de ruido serán continuas a lo largo de la operación del proyecto, por lo tanto los impactos son clasificados como periódicos, considerando los turnos laborables. Los efectos sobre los niveles locales de ruido serán localizados y revertidos una vez que la exploración termine.

Suelo

El impacto residual sobre este componente está asociado al potencial de erosión. Se espera observar una erosión superficial de poca importancia. No existen situaciones de alta probabilidad de



efectos significativos permanentes o a largo plazo de gran magnitud que no tengan solución desde el punto vista técnico, principalmente considerando que se reubicará y retornará el suelo orgánico al terminar las actividades de exploración.

Vida silvestre

El principal efecto ambiental residual estimado para la vida silvestre es la pérdida de la cobertura vegetal.

El impacto generado no será una amenaza para la viabilidad de la comunidad o poblaciones de flora o fauna del lugar. Estos efectos están relacionados principalmente con la remoción de vegetación en el trazo de los caminos para exploración nuevos, y en el área de cada una de las planillas de barrenación dentro de los terrenos forestales, ya que en las parcelas agrícolas no se presentará con frecuencia la necesidad de hacer desmontes.

No existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes y largo plazo de gran magnitud sin solución desde el punto de vista técnico. Por lo tanto, se concluye que los efectos ambientales residuales de la vida silvestre no son significativos.

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

VII.1 *Pronóstico del escenario*

En este punto se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del sistema ambiental, los impactos positivos y adversos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., la aplicación de las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo anterior así como los impactos residuales del proyecto.

En términos generales, el escenario modificado puede preverse como la zona del proyecto con las obras propuestas en un entorno similar al actual, es decir, 112 planillas de barrenación y 49 caminos de exploración (Anexo II.3) construidos en un medio natural con antecedentes de exploración minera.

Primeramente se realizó un análisis de la situación actual de los componentes ambientales de la zona donde se hará el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., como se presenta en la Tabla VII.1

Tabla VII.1. Estimación general de impactos existentes actualmente

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Baja	Local	Menor	-
Geomorfología	Media	Puntual	Media	-
Hidrología Superficial	Baja	Puntual	Menor	-
Hidrología Subterránea	Alta	Puntual	Mayor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Media	Puntual	Media	-
Fauna	Media	Local	Media	-
Paisaje	Media	Local	Menor	-
Infraestructura	Media	Local	Media	+
Cultural	Baja	Puntual	Menor	+
Medio Económico	Alta	Regional	Mayor	+

Los resultados anteriores se compararon con los registrados en la Tabla VII.2 (igual a la Tabla V.4 presentada en el Capítulo V), que muestra los impactos generales previstos para la zona una vez desarrollado el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. y para mayor claridad, se indican las diferencias entre los impactos existentes y los estimados para el proyecto (indicados en negritas y coloreados).

Tabla VII.2. Estimación general de impactos por el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Baja	Local	Menor	–
Geomorfología	Sin Alteración	Sin impacto	Sin importancia	–
Hidrología Superficial	Sin Alteración	Sin impacto	Sin importancia	–
Hidrología Subterránea	Sin Alteración	Sin impacto	Sin importancia	–
Suelo	Baja	Puntual	Menor	–
Flora	Baja	Puntual	Menor	–
Fauna	Baja	Local	Menor	–
Paisaje	Baja	Puntual	Menor	–
Infraestructura	Baja	Puntual	Menor	+
Cultural	Baja	Puntual	Menor	+
Medio Económico	Baja	Regional	Menor	+

Como se aprecia a partir de la comparación de la Tabla VII.1 y la Tabla VII.2, la modificación de algunos de los factores ambientales por el proyecto, se agrega a la ya existente por las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales de varias empresas mineras presentes en el área, así como las actividades agropecuarias desarrolladas previamente en la zona. No obstante, la alteración a los componentes se da a una menor escala para el proyecto, que la alteración actual del medio físico en la región. Las casillas que variaron entre las tablas comparativas están resaltadas en color verde; en color azul aparecen los componentes ambientales que no fueron considerados en la evaluación de los impactos del capítulo previo, porque no serán alterados por las actividades del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Las diferencias corresponden a impactos de menor intensidad, extensión e importancia en referencia a los impactos actuales, y se presentan tanto para los impactos de signo negativo, como para los impactos benéficos del proyecto. Esto quiere decir que si bien toda la actividad humana en la región (agropecuaria, urbana, industrial, etc.) ha degradado la calidad de los componentes ambientales, los impactos generados a partir del proyecto serán de menor importancia relativa respecto a los niveles actuales de alteración, pero si tendrán carácter de acumulativos. En otras palabras, los impactos por sí mismos no tienen importancia puntual o a la escala del proyecto, pero vistos de forma integrada a las actividades y procesos de Minera Fresnillo S.A. de C.V. tendrán implicaciones mayores, dado que el objetivo de la barrenación es la expansión y crecimiento de la mina subterránea y otras obras asociadas en superficie.

A continuación se describen las posibles características de cada uno de los componentes ambientales del sitio y el área de influencia, una vez terminado el programa de barrenación del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.



Componente abiótico

Atmósfera

Durante el acondicionamiento de las planillas de barrenación y los caminos de exploración (etapa de preparación del sitio), y la perforación de los barrenos (etapa de operación), se producirán cambios en la calidad del aire debido al aumento de emisiones a la atmósfera ocasionadas por la maquinaria y vehículos. Este impacto será Menor y de Baja intensidad.

El desarrollo del proyecto resultará en un cambio parcialmente localizado en la calidad del aire debido a las emisiones fugitivas de polvos y a la combustión de los vehículos y maquinaria. Las emisiones de combustión de mayor importancia serán óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos suspendidos en el aire, óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx).

El ruido emitido resultará en niveles más altos que los actualmente existentes en el sitio. El movimiento de materiales (desmonte y despalme) y equipo, así como la operación de la maquinaria utilizada durante la barrenación resultará en un incremento en los niveles de ruido local. Los niveles máximos estimados de ruido generados por el tipo de maquinaria a ser utilizada no serán mayores de 90 dBA (a una distancia de 10 metros del equipo).

Tanto la emisión de polvos fugitivos, de gases de combustión y de ruido, serán temporales y desaparecerán sus efectos casi inmediatamente después de terminar las actividades en cada planilla de barrenación.

Geomorfología

Por tratarse de un proyecto de exploración minera directa, no se esperan modificaciones a la calidad de este factor. Los caminos que se abrirán para la exploración están proyectados de acuerdo a las características topográficas del sitio, procurando especialmente que éstas no sean significativamente alteradas.

Suelos

El recurso suelo en el sitio es un factor vulnerable por las actividades de desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, atendiendo a las medidas de mitigación para prevenir la pérdida del suelo y un aumento del potencial de erosión, el suelo removido será conservado durante la ejecución del proyecto, y será restaurado en el mismo sitio una vez concluidas las obras de exploración en su totalidad.

Hidrología superficial

Las planillas de barrenación fueron ubicadas en sitios donde no se presentaran cauces intermitentes para evitar intersectarlos y no modificar el patrón natural de flujo de los escurrimientos superficiales aguas abajo de las obras pretendidas de trabajo.



Hidrogeología

Aunque el proyecto contempla la perforación de barrenos, no pretende instalar nuevos pozos para extracción de agua subterránea, por lo que no ocasionará cambios sobre el acuífero profundo.

Componente biótico

Vegetación

Se realizarán desmontes para el desarrollo del proyecto, lo que provocará la pérdida de cobertura vegetal en el SA. No obstante, el escenario vegetal no será modificado de manera importante y la intensidad del impacto es baja, ya que no está previsto afectar otros factores ambientales de este componente, como la calidad y el estado fitosanitario de la vegetación.

Fauna

La presencia humana y las actividades en la zona ya han ocasionado la alteración y alejamiento de la fauna silvestre al aumentar el movimiento y los niveles de ruido, de iluminación y hasta de vibración. Las actividades del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. además de ruido pueden generar leves vibraciones que den continuidad a los efectos negativos sobre la fauna, mismos que pueden ser reversibles y recuperables una vez que concluya el proyecto y se retiren las fuentes de estas emisiones artificiales.

Componente perceptual

Paisaje

La modificación del paisaje que envuelve al área del programa de barrenación, tendrá una intensidad Baja y una amplitud Puntual. El paisaje ya ha sido sensiblemente alterado por todo el conjunto de actividades que se desarrollan en la región, por lo que la modificación paisajística menor derivada del proyecto representa un impacto acumulativo sobre la armonía visual, las cualidades estéticas y la continuidad del paisaje.

Componente socio-económico

Social

El impacto del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. ocurrirá en el corto plazo para todos los contratistas y actores económicos de la zona del proyecto, cuyas actividades socio-económicas cotidianas serían impulsadas de manera positiva. La influencia se limitará a la gente involucrada en actividades dentro de la zona del proyecto.

Lo que se debe resaltar es la implicación del proyecto integrado al resto de las actividades de Minera Fresnillo S.A. de C.V., puesto que los resultados de la barrenación podrían permitir el desarrollo y expansión de la mina, lo que consecuentemente garantizaría la continuidad de los empleos que ya ha generado la empresa promotora, y la posibilidad de ofrecer un mayor número de plazas laborables.



Económico

El Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. requerirá de mano de obra. La mano de obra contratada será preferentemente local, aprovechando la disponibilidad de recursos humanos cercanos.

Al igual que el escenario social, el económico podría transformarse en un impacto significativo a nivel regional o comunitario dada la influencia de las actividades en la zona y su potencial futuro crecimiento.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

En general, el impacto causado por el desarrollo del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., deberá ser integrable, asimilable o compatible con el entorno actual. Con grados de afectación bajos a moderados sin representar un impacto residual que implique colocar en riesgo al ecosistema local o regional.

Para el efecto de control, prevención y mitigación de posibles impactos ambientales, la acción de mayor importancia por parte del promovente, será el estricto control ambiental, vigilancia y seguimiento durante toda la duración del proyecto y estabilización de planillas.

En el Capítulo VI de esta MIA se detalló el contenido del Programa de Supervisión Ambiental que abarca las actividades de vigilancia ambiental. Los rubros principales del Programa contemplan lo siguiente:

- Vigilancia por parte de los Supervisores de Medio Ambiente, asignados por Minera Fresnillo S.A. de C.V., y por las empresas contratistas
- Levantamiento de reportes y atención a incidentes (contratistas, arrendadores, personal, visitantes, etc.)
- Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas y legislación aplicable al proyecto y personal
- Estricto control de actividades y/o medidas establecidas para la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente
- Elaboración de bitácora de control ambiental y registro fotográfico en la cual queda registrado para cada planilla y camino del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.: localización geográfica; condiciones del sitio; actividades realizadas; equipo, personal e insumos empleados; incidentes o accidentes presentados; medidas aplicadas para corrección inmediata; y observaciones generales
- Elaboración de reportes fotográficos semestrales de seguimiento al cumplimiento normativo y de la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos; y un informe final del Programa de Supervisión Ambiental.
- Control de los niveles percibidos de ruido y posibles situaciones de arrastres de sedimentos
- Seguimiento de las condiciones generales de la vegetación circundante (salud, vigor, renuevos, plaga, enfermedad, muerte)
- Control correctivo en caso de detectar desviaciones en algún equipo, implicando paro de actividad, inspección y arreglo/ajustes



VII.3 Conclusiones

La ejecución del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. conlleva un beneficio económico y una estabilización e incluso incremento del desarrollo en la zona, no solo por las actividades propias del proyecto que requerirá de mano de obra, sino por las posibilidades de expansión de las operaciones mineras que podrían desencadenarse por los resultados de la exploración. El proyecto, al integrar las mejoras prácticas aplicables en materia de medio ambiente, responsabilidad social, proyectos de sustentabilidad y bajo el más estricto control posible sobre las actividades planeadas, podrá ejecutarse como una herramienta de desarrollo sustentable de la región.

En la presente MIA se identificaron los principales impactos que pudiera ocasionar el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V. al medio ambiente, sin embargo, ninguno de éstos será severo ni crítico; la mayoría son moderados y no serán significativos debido a la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, vigilancia ambiental y apego a las regulaciones aplicables. Esta valoración de impactos se basa en los aspectos evaluados en este documento.

De la evaluación realizada se concluye que:

- El proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano, o al equilibrio del ecosistema donde se pretende desarrollar
- El desarrollo del proyecto no afectará significativamente la calidad del aire, de la flora o fauna, suelos, geomorfología, ni de cuerpos de agua subterráneos ni superficiales
- El proyecto contempla actividades de prevención y mitigación de los impactos identificados a la vida silvestre de la zona

No se identificaron otros factores en la zona de estudio que puedan derivar en situaciones de contingencia o estado de contaminación de recursos antes de comenzar con las actividades del proyecto descrito.

La experiencia de Minera Fresnillo S.A. de C.V. será reflejada en el desarrollo de las actividades enmarcadas dentro del Proyecto de Exploración. Esta experiencia está enfocada al ámbito ambiental y operativo, y también en materia de sustentabilidad, relaciones comunitarias y responsabilidad social. Con base en la estricta aplicación de las recomendaciones y establecimiento de medidas de control, prevención, mitigación y restitución de los impactos ambientales negativos identificados, el proyecto no causará desequilibrios en la funcionalidad del ecosistema local ni regional.

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

VIII.1 Formatos de presentación

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V., se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área de estudio:

- a) Recopilación bibliográfica de información
- b) Trabajo de campo
- c) Elaboración de un sistema de información geográfica
- d) Generación de elementos de salida

A continuación se presenta una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental del área de estudio:

- a) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de estudios ambientales anteriores de Minera Fresnillo S.A. de C. V., de temas como medio físico natural y biótico, historia natural regional, hidrología, listados de especies de flora y fauna para la región, síntesis geográficas y estadísticas de los censos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), etc. además de cartografía de diversas fuentes públicas: edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología, e hidrología superficial.

- b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se llevaron a cabo recorridos de campo en el mes de abril del 2012 en los que se levantó información del medio biótico, físico y socioeconómico dentro del área de estudio.

- c) Elaboración de un sistema de información geográfica

Uno de los principales problemas al iniciar la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, es la escasez de información reciente y de escala adecuada de la cartografía del medio físico del área de estudio; generalmente solamente se dispone de información a gran escala y con coberturas temáticas de los años 70's; por lo tanto, con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del proyecto se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En esta parte del proyecto se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del proyecto, con esto se definieron escalas máximas, proyecciones geográficas aplicables, zona geográfica limitada, unidades de medida y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información, la cual fue vertida al sistema.

- Recopilación de información de fuentes oficiales

Se recopiló información de fuentes oficiales (cartas INEGI) y del proyecto en formatos digitales. A continuación se enlistan los principales datos que se integraron al sistema en esta fase:

Tabla VIII.1 Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Ortofotografía INEGI	Archivo raster	F13B47A,B, D,E 1:50,000	Noviembre de 1994
Quickbird 2008	Archivo raster		Pixel 2 m.
Vectoriales INEGI	Archivo digital DXF		Información INEGI 50,000
Modelo digital de elevación con división hidrológica INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.		Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.		Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de pendientes INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.		Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla).
Modelo hidrológico	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.		Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector		Generado a partir de Ortofotografía INEGI escala 1:50,000 año 1994
Localización de barrenos y planillas de barrenación	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo S.A de C.V.
Polígonos de obras mineras	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo S.A de C.V.
Polígonos de lotes y predios	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo S.A de C.V.
Hidrología Superficial INEGI	Vector	Nacional	Datos referidos a la carta INEGI
	1:50,000		
Geológica INEGI	Vector INEGI	Nacional Temática	Datos referidos a la carta INEGI

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Vías de transportación, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de Nivel, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Líneas de Conducción y Transmisión, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Elementos de Referencia Topográfica, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuerpos de agua, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Áreas Urbanas, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Fallas y fracturas CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Iso-líneas de temperatura CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Límite municipal, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Fisiografía CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Uso de suelo vegetación INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Área de conservación prioritaria de Aves, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuencas hidrográficas CNA	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Edafología, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Escurrimiento medio anual, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Evapotranspiración, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrogeología, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Insolación CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Precipitación CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Provincias herpetofaunísticas, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Subcuencas hidrológicas, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de nivel 200m. CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrología superficial, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Vías de transportación, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Curvas de Nivel, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Líneas de Conducción y Transmisión, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Fisiografía	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Cuerpos de agua, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Regiones terrestres prioritarias	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Fallas y fracturas CONABIO	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Iso-líneas de temperatura CONABIO	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Límite municipal, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Poblacional INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Uso de suelo vegetación INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Climas INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Área de conservación prioritaria de Aves, CONABIO	Vectores CONABIO	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Cuencas hidrográficas INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Edafología, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Zonas de veda	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Hidrogeología, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Subcuencas hidrológicas, INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Curvas de nivel 100m. INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial
Hidrología superficial, Corrientes INEGI	Continuo Nacional	Nacional	INEGI, Nacional información temática oficial

- Estandarización de formatos digitales y bases de datos

Se unificaron los formatos de la información, tanto de fuentes oficiales como de información obtenida por Clifton Associates Ltd (MR) - Natural Environment S. C., con la finalidad de que ésta fuera compatible.

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo Hidrológico Superficial, Modelo de Clasificación Espectral de los Tipos de Vegetación, Modelo de Uso de Suelo, etc.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

d) Generación de elementos de salida del sistema

Se procedió a la integración de algunas de las cartas, escaneando la zona delimitada como de influencia al área de estudio. Se analizaron las imágenes y se recortaron en la plataforma Photoshop de Adobe para su exportación a formato *.jpg. Se procedió a su importación a Corel Draw y para su georeferencia se necesitó de apoyo del “grid” de georeferencia de las mismas cartas. Se rediseño la simbología para su optima utilización y se crearon planos temáticos doble carta de la zona de estudio.

VIII.1.1 Planos definitivos

Tal como se explicó anteriormente, el Sistema de Información Geográfica (SIG), permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar un gran número de anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter e impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc., así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.



En el Capítulo IX se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

VIII.1.2 Fotografías

En los Anexos II.5, IV.16, IV.29, IV.32, se presentan resúmenes fotográficos del sistema ambiental y del área del proyecto, del estudio de suelos, de la vegetación y de la fauna presente en el sitio, respectivamente.

VII.1.3 Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna

En el Capítulo IV se incluyen las listas de especies identificadas en los estudios de Flora y Fauna llevados a cabo en el área del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

VIII.2 Otros anexos

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos, mapas y documentos.

VIII.3 Glosario de términos

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Impacto ambiental 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.

Impacto ambiental 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.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Impactos al Medio Físico

Impacto mayor: Deterioro en la calidad del aire, agua o suelo en donde los estándares u objetivos ambientales serán excedidos la mayor parte del tiempo o una pérdida permanente o alteración de un componente físico.

Impacto moderado: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo con una violación ocasional (una pequeña proporción del tiempo) de los parámetros u objetivos ambientales.

Impacto menor: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo en donde los estándares u objetivos ambientales serán excedidos o una fluctuación fuera de los niveles de variación temporal normales.

Impacto despreciable: Un deterioro temporal en la calidad del aire, agua o suelo indistinguible de fluctuaciones normales en las condiciones naturales históricas o una variación que ocurre dentro de las variaciones temporales normales.

No impacto: Significa que no hay alteración entre el proyecto y la calidad del aire, agua o suelo o que la interacción no tiene efecto.

Impacto residual: El que permanece después de que termina el proyecto, pero que no ha sido o no puede ser mitigado por acciones deliberadas.

Con respecto a los impactos en la comunidad biológica:

Impacto mayor: Aquel que afecta una población entera o especies en magnitud suficiente para causar una disminución en su abundancia y/o cambios en la distribución más allá del cual el reclutamiento (reproducción, inmigración) no retornaría esa población de especies, o cualquier población dependiente de ésta, a su nivel anterior después de varias generaciones.

Impacto moderado: Aquel que afecta una porción de la población que puede resultar en un cambio en la abundancia y/o distribución sobre una o más generaciones de esa porción de la población dependiente de ésta, pero que no cambia la integridad de cualquier población en su totalidad. Puede ser localizado.

Impacto menor: Aquel que afecta a un grupo específico de individuos en una población en un área localizada y/o por un período corto de tiempo (una generación o menos), pero sin afectar otros niveles tróficos o la integridad de la población en sí.



Impacto despreciable: Aquel que afecta la población o un grupo específico en un área localizada y/o por un período corto de tiempo con un efecto similar a pequeños cambios al azar en la población debido a variaciones ambientales, pero sin tener un efecto medible en la población en su totalidad.

No impacto: Significa que no hay interacción entre el proyecto y la población o que la interacción no tiene efectos.

Impacto residual: Aquel que permanece después de que el proyecto ha terminado, pero el cual no ha sido o no puede ser mitigado mediante acciones deliberadas.

VIII.4 Bibliografía

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>

Born, J.D. y Chosnachy, D.C. (1985). Wood land trees Volume Estimation : A visual segmentation Techniqué. Forest Service General Technical report INT-344. United States Department of Agriculture. 20 pp.

CAMIMEX. (2011). Informe Anual. Cámara Minera de México. México DF.

Challenger, A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

CNAH (2012). The Center For North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>

CONAFOR (2004). Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.

Dorado, O., Arias, D., Ramírez, R. & Sousa, M. (2005). Leguminosas de la Sierra de Huautla Imágenes y descripciones. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 176 p.

EPA. (01 de 07 de 2009). Code of Federal Regulations. Recuperado en Junio de 2012, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol115/xml/CFR-2009-title40-vol115-part70.xml>

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). Forest Measurements. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p.

FAO (1997). Medición sobre el terreno de la Erosión y de la Escorrentía. Versión digital tomada de: <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s00.htm#Contents> Enero 2008.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

H. Lamprecht.(1990). Silvicultura en los trópicos. Ed. GTZ



INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de:

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.

INEGI (2002). Claves de unidades de Suelos FAO/1970 (modificado por DETENAL sic). Manual de uso interno. México.

INEGI (2003). Manual para la descripción completa de perfiles de Suelos. Manual de uso interno. México.

INEGI (2005). Metodología para la actualización de conjuntos edafológicos serie II. Manual de uso interno. México.

INEGI (2006a). Guía para la interpretación de cartografía, Edafología. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

INEGI (2006b). Descripción completa del perfil del Suelo. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/cartas/pdfs/formato1.pdf> Noviembre 2006.

INEGI. (29 de Junio de 2012). Estadística de la Industria Minerometalúrgica. Cifras durante abril de 2012. Recuperado en Julio de 2012, de

http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/ind_miner/NI-IM.pdf

ISRIC. ITC. CUL. WAU. FAO (2001). Lecture notes on the major soils of the world. FAO edition. Rome.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Macías, M. (2004) Vegetación y Flora de la Laguna de Sayula, Guía Ilustrada. Universidad de Guadalajara. México. 121 p.

Munsell Color (2000). Munsell soils color charts. Gretagmacbeth. New York.

Porta Casanella, Jaume. . López-Acevedo, M (2005). Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

REPDA (2012). Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>



Reyna, O. (2004). Árboles y Arbustos del Bosque de La Primavera, Guía Ilustrada. Universidad de Guadalajara. México. 118 p.

Rico-Arce, M. (2007). American Species of Acacia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 207 p.

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>

SGM. (Agosto de 2011). Panorama Minero del Estado de Zacatecas. Recuperado en Julio de 2012, de <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/ZACATECAS.pdf>

SICS/ISRIC/FAO (1999). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Editorial FAO. Roma.

Solares, F. & Gálvez, C. (2001). Indicadores Metodológicos para determinar la Calidad de Arbolado en Selva Baja Caducifolia. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C. V Congreso sobre Recursos Forestales. Manejo de Recursos forestales para el Tercer Milenio. Versión 1.0. CUCBA. Universidad de Guadalajara, Rancho Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.



IX. LISTA DE ANEXOS

Anexos

Capítulo I

Anexo I.1.	Vías de Comunicación al proyecto
Anexo I.2.	Convenios de ocupación temporal
Anexo I.3.	Escrituras de propiedad de la tierra
Anexo I.4.	Acta Constitutiva de la empresa
Anexo I.5.	Registro Federal de Contribuyentes
Anexo I.6.	Poder del Representante Legal y Copia de Identificación Oficial
Anexo I.7.	Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio

Capítulo II

Anexo II.1.	Terrenos donde se pretenden realizar las obras
Anexo II.2.	Plano del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.
Anexo II.3.	Coordenadas de los caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.
Anexo II.4.	Carta Uso de Suelo y Vegetación, INEGI
Anexo II.5.	Reporte fotográfico general
Anexo II.6.	Especificaciones técnicas de la maquinaria
Anexo II.7.	Hojas de Seguridad del combustible y otras sustancias utilizadas en campo

Capítulo IV

Anexo IV.1.	Delimitación del área de estudio
Anexo IV.2.	Localización de estaciones meteorológicas en la región
Anexo IV.3.	Modelo de climas
Anexo IV.4.	Modelo de temperaturas máximas
Anexo IV.5.	Modelo de temperaturas medias
Anexo IV.6.	Modelo de temperaturas mínimas
Anexo IV.7.	Modelo de precipitación media anual
Anexo IV.8.	Geología tipo de roca
Anexo IV.9.	Fallas y Fracturas INEGI
Anexo IV.10.	Modelo Digital de Elevación del SA
Anexo IV.11.	Modelo de relieve
Anexo IV.12.	Modelo de Pendientes
Anexo IV.13.	Modelo de Rumbo de Pendientes
Anexo IV.14.	Puntos de verificación de suelos
Anexo IV.15.	Reporte edafológico
Anexo IV.16.	Reporte fotográfico de suelos
Anexo IV.17.	Tipos de Suelo, clasificación FAO 70
Anexo IV.18.	Tipos de Suelo, clasificación WRB 2000
Anexo IV.19.	Plano de limitantes físicas

Anexo IV.20.	Plano de profundidad efectiva del suelo
Anexo IV.21.	Plano de clases texturales
Anexo IV.22.	Plano de potencial forestal
Anexo IV.23.	Plano de estabilidad del suelo y susceptibilidad a la erosión
Anexo IV.24.	Modelo hidrológico superficial INEGI
Anexo IV.25.	Modelo de orden de las corrientes
Anexo IV.26.	Huella del proyecto y SA dentro del acuífero Calera
Anexo IV.27.	Geohidrología
Anexo IV.28.	Sitios de muestreo de vegetación
Anexo IV.29.	Reporte fotográfico de flora y vegetación
Anexo IV.30.	Modelo de Clasificación Espectral de la Vegetación
Anexo IV.31.	Áreas de muestreo faunístico
Anexo IV.32.	Reporte fotográfico de fauna
Anexo IV.33.	Sitios de importancia para la conservación de la fauna
Anexo IV.34.	Modelo de topofomas

Capítulo V

Anexo V.1.	Matriz de importancia de impactos, etapa Preparación
Anexo V.2.	Matriz de importancia de impactos, etapa, Operación
Anexo V.3.	Matriz de valoración de impactos con ponderación de factores ambientales

Figuras

Capítulo I

Figura I.1.	Ubicación regional del proyecto
-------------	---------------------------------

Capítulo II

Figura II.1.	Barrenos y caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.
Figura II.2.	Distribución de los barrenos
Figura II.3.	Caminos de exploración
Figura II.4.	Determinación de la longitud y superficie de caminos
Figura II.5.	Uso de suelo y vegetación, INEGI
Figura II.6.	Uso de suelo y vegetación, CONABIO
Figura II.7.	Cuerpos de agua, INEGI
Figura II.8.	Organigrama del personal para el proyecto
Figura II.9.	Programa general de trabajo
Figura II.10.	Secuencia para el acondicionamiento de las planillas de barrenación
Figura II.11.	Cárcamos para recirculación del fluido de perforación
Figura II.12.	Remolque para almacenamiento de residuos en las planillas de barrenación

Capítulo IV

- Figura IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental
- Figura IV.2. Tipo de clima dentro del Sistema Ambiental según CONABIO
- Figura IV.3. Temperatura media anual dentro del Sistema Ambiental
- Figura IV.4. Rangos de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO
- Figura IV.5. Rangos de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental
- Figura IV.6. Datos de precipitación media mensual obtenidos de 5 estaciones meteorológicas
- Figura IV.7. Escurrimiento medio anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO
- Figura IV.8. Evapotranspiración media anual dentro del Sistema Ambiental según CONABIO
- Figura IV.9. Sistema Ambiental dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro según INEGI
- Figura IV.10. Geología en el Estado de Zacatecas (INEGI)
- Figura IV.11. Geología dentro del SA según INEGI
- Figura IV.12. Modelo Digital de Elevación del SA
- Figura IV.13. Tipos de relieve dentro del Estado de Zacatecas y SA según el INE
- Figura IV.14. Clasificación del relieve en el Estado de Zacatecas y en el SA según el INE
- Figura IV.15. Zonas Planas dentro y con relieve volcánico dentro del SA
- Figura IV.16. Modelo de relieve en el SA
- Figura IV.17. Modelo de pendientes dentro del SA
- Figura IV.18. Modelo de rumbo de pendientes dentro del SA
- Figura IV.19. Sistema ambiental delimitado con base en nanocuencas
- Figura IV.20. Hidrología superficial según INEGI
- Figura IV.21. Cuerpos de agua dentro del SA según INEGI
- Figura IV.22. Ordenes de corriente dentro del SA
- Figura IV.23. Sistema Ambiental dentro de los acuíferos Calera y Aguanaval
- Figura IV.24. Aprovechamientos de agua subterránea dentro del SA según el REPDA
- Figura IV.25. Unidades geohidrológicas dentro del SA según INEGI
- Figura IV.26. Unidades hidrogeológicas dentro del SA según CONABIO
- Figura IV.27. Estructura del método de muestreo de variables ecológicas
- Figura IV.28. Estratificación del sitio de estudio I
- Figura IV.29. Estratificación del sitio de estudio II
- Figura IV.30. Frecuencia absoluta y relativa de variables ecológicas del área de estudio
- Figura IV.31. Densidad absoluta y relativa de variables ecológicas del SA
- Figura IV.32. Cobertura absoluta y relativa de variables ecológicas del predio
- Figura IV.33. Volúmenes forestales del predio
- Figura IV.34. Valor de Importancia Relativa del predio
- Figura IV.35. Sitio de importancia para la conservación de la Fauna dentro del SA
- Figura IV.36. Paisaje predominante dentro del SA
- Figura IV.37. Elementos que enriquecen la calidad paisajística
- Figura IV.38. Paisaje impactado por las obras y actividades mineras



Capítulo V

Figura V.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

Tablas

Capítulo I

Tabla I.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones
Tabla I.2. Datos del responsable técnico del estudio
Tabla I.3. Participantes en la elaboración del estudio
Tabla I.4. Datos de la empresa responsable del estudio

Capítulo II

Tabla II.1. Coordenadas WGS84 de los barrenos del proyecto
Tabla II.2. Caminos del Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.
Tabla II.3. Áreas a desmontar por tipo de vegetación
Tabla II.4. Mantenimiento preventivo de la maquinaria de barrenación a diamante

Capítulo III

Tabla III.1. Participación del estado de Zacatecas a nivel nacional
Tabla III.2. Títulos y Superficies concesionadas en Zacatecas
Tabla III.3. Normatividad Ambiental aplicable

Capítulo IV

Tabla IV.1. Estaciones meteorológicas y su ubicación
Tabla IV.2. Datos de precipitación mensual promedio de las estaciones meteorológicas
Tabla IV.3. Fenómenos meteorológicos dentro del SA
Tabla IV.4. Principales elevaciones del Estado de Zacatecas
Tabla IV.5. Localización y clasificación de los puntos de verificación de suelos
Tabla IV.6. Unidades edafológicas de suelos dominantes FAO 70
Tabla IV.7. Unidades edafológicas de suelos dominantes WRB 2006
Tabla IV.8. Limitantes físicas
Tabla IV.9. Profundidad efectiva del suelo
Tabla IV.10. Clases texturales
Tabla IV.11. Potencial forestal
Tabla IV.12. Susceptibilidad a la erosión
Tabla IV.13. Erosión Actual
Tabla IV.14. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Calera
Tabla IV.15. Cálculo para determinar la disponibilidad de aguas subterráneas según NOM-011 CNA-2000
Tabla IV.16. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Aguanaval

Tabla IV.17.	Número de individuos del área muestreada
Tabla IV.18.	Listado florístico del sitio de estudio
Tabla IV.19.	Usos que se le da a la flora dentro del SA
Tabla IV.20.	Frecuencia ecológica de la flora en el área de muestreo
Tabla IV.21.	Densidad absoluta y relativa de variables ecológicas en el predio
Tabla IV.22.	Especies a remover en el predio del proyecto por hectárea
Tabla IV.23.	Cobertura absoluta y relativa en el predio del proyecto
Tabla IV.24.	Volúmenes forestales en el predio del proyecto
Tabla IV.25.	Valor de importancia relativa en el predio del proyecto
Tabla IV.26.	Reptiles registrados dentro del Sistema Ambiental
Tabla IV.27.	Aves registradas dentro del Sistema Ambiental
Tabla IV.28.	Mamíferos registrados dentro del Sistema Ambiental
Tabla IV.29.	Especies registradas dentro del área de estudio e identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo, y endémicas
Tabla IV.30.	Especies en el calendario oficial de caza de aves y mamíferos para el periodo 2011-2012 del Estado de zacatecas
Tabla IV.31.	Localidades más cercanas al SA
Tabla IV.32.	Valores socioeconómicos del municipio de Fresnillo
Tabla IV.33.	Nivel de marginación y rezago social en las localidades más cercanas SA
Tabla IV.34.	Principales actividades económicas y PEA de las localidades rurales con grado de marginación alto
Tabla IV.35.	Síntesis de los principales componentes ambientales

Capítulo V

Tabla V.1.	Componentes del entorno
Tabla V.2.	Factores ambientales considerados para el análisis ambiental
Tabla V.3.	Indicadores ambientales
Tabla V.4.	Estimación general de impactos
Tabla V.5.	Matriz de Identificación de Impactos
Tabla V.6.	Valores asignables a los atributos de importancia del impacto
Tabla V.7.	Impactos adversos potenciales identificados
Tabla V.8.	Impactos benéficos identificados
Tabla V.9.	Impactos potenciales en cada componente ambiental por etapa del proyecto

Capítulo VII

Tabla VII.1.	Estimación general de impactos existentes actualmente
Tabla VII.2.	Estimación general de impactos por el Proyecto de Exploración para Minera Fresnillo S.A. de C.V.

Capítulo VIII

Tabla VIII.1.	Datos integrados al Sistema de Información Geográfica
---------------	---