

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



**Proyecto:** Elaboración de Manifestación de Impacto Ambiental de: “Construcción y Operación de Piletas de almacenamiento de agua de proceso en la corona de depósito de jales no. 5”.

**Ubicación:** Municipio de Cadereyta de Montes

**Promoviente:** Minera la Negra S.A. de C.V.

**Consultor:** INGAM Ingeniería Ambiental

ING. SERGIO MACÍAS RAMÍREZ

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO PARA LA EXENCIÓN DE LA  
ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	5
I.1.- Proyecto .....	5
I.1.1. Nombre del proyecto .....	5
I.1.2. Ubicación del proyecto .....	5
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto .....	5
I.1.4. Presentación de la documentación legal .....	5
I.2.- Promovente .....	5
I.2.1. Nombre o razón social .....	5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.....	6
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal .....	6
I.2.4. Dirección del Promovente o representante legal para recibir u oír notificaciones .....	6
I.3.- Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	6
I.3.1. Nombre o razón social .....	6
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	6
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio .....	6
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.....	6
I.3.5. Teléfono fijo y/o móvil, fax y correo electrónico.....	6

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

### **I.1.- Proyecto**

#### ***I.1.1. Nombre del proyecto***

Construcción y Operación de Piletas de almacenamiento de agua de proceso en la corona de depósito de jales no. 5.

#### ***I.1.2. Ubicación del proyecto***

El proyecto se ubica en la región del denominado semidesierto del Estado de Querétaro, México, en específico en la zona media del Estado, en el lado este del Municipio de Cadereyta de Montes, colindante al poblado Maconí, aproximadamente a una distancia de 1.5 Km en línea recta y 3.3 Km por el camino trazado.

#### ***I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto***

La operación de la sociedad denominada Minera La Negra, S.A. de C.V., en la planta Maconí, Cadereyta de Montes, Qro., tiene pronosticado llevar a cabo por lo menos en los siguientes 30 años la operación de sus actividades, que a grandes rasgos consisten en la exploración, explotación y beneficio de minerales, por lo que estas piletas darán servicio a la planta por los próximos 15 años al menos.

Cabe resaltar que los tiempos anteriores se proponen con reserva a prolongarse, lo cual dependerá de variables como el movimiento en el mercado del precio de los metales que se extraen y la normatividad minera con que se cuente en esos momentos.

#### ***I.1.4. Presentación de la documentación legal***

Ver Anexos correspondientes.

### **I.2.- Promovente**

#### ***I.2.1. Nombre o razón social***

Minera La Negra, S.A. de C.V. Se incluye en la correspondiente sección (ANEXOS), la copia simple cotejada del Acta Constitutiva No. 41,695 de la Sociedad Escindida “Mineral La Negra, S.A. de C.V., Vol. 1291 No de fecha 31 de diciembre de 1998

***I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente***

MNE981231R46

Se incluye copia cotejada del Registro Federal de Contribuyentes, en la sección de Anexos.

***I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal***

C.P. Enrique Rafael Páez Sánchez

## CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## CONTENIDO

II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
II.1.-	Información general del proyecto.....	9
II.1.1.	Naturaleza del proyecto.....	9
II.1.2.	Selección del sitio.....	11
II.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	12
II.1.4.	Inversión requerida.....	15
II.1.5.	Dimensiones del proyecto.....	16
II.1.6.	Uso actual del suelo.....	16
II.1.7.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	19
II.2.-	Características particulares del proyecto.....	20
II.2.1.	Programa general de trabajo.....	20
II.2.2.	Preparación del sitio.....	21
II.2.3.	Construcción de obras.....	24
II.2.4.	Construcción de obras asociadas o provisionales.....	26
II.2.5.	Etapas de operación y mantenimiento.....	29
II.2.6.	Etapas de abandono del sitio (Post-Operación).....	29
II.2.7.	Utilización de explosivos.....	30
II.2.8.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	30



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1.- Información general del proyecto

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto se encuentra dentro de la circunscripción del Municipio de Cadereyta de Montes, Qro., en la zona centro-noreste de la entidad que se caracteriza ambientalmente como semidesierto. Específicamente se encuentra muy cercano al poblado de Maconí.

Minera La Negra, S.A. de C.V. fue fundada en 1966 por Industrias Peñoles, sin embargo, fue adquirida por *Aurcana Corporation* (80%) y *Reyna Minería e Ingeniería* (20%), para exploración, explotación, producción y venta de minerales metálicos, por exploración selectiva de flotación, actualmente se encuentra encargada por ORION S.A de C.V. (SE, 2017).

Si bien Minera La Negra, S.A. de C.V., cuenta con minerales registrados como cobre, oro, plata, plomo y zinc, en la actualidad únicamente se encuentra explotando y beneficiando tres de estos materiales, con excepción del oro y la plata. La capacidad instalada de Minera La Negra, S.A. de C.V., en la localidad de Maconí, Cadereyta de Montes, Qro., asciende, por metal a:

**Tabla II.1. Capacidad Instalada por metal en el proyecto**

Nombre del producto	Cantidad	Unidad
Concentrado de Plomo	4,000	Toneladas secas
Concentrado de Zinc	20,000	
Concentrado de Cobre	18,000	

La empresa en descripción, preocupada por el medio ambiente y la obtención de las aprobaciones necesarias para su funcionamiento, cuenta con protocolos de eficiencia del uso de agua, que consisten en las acciones de captación, acondicionamiento y reuso. Además, los procesos de operación de la mina cuentan con diferentes autorizaciones que están asociados a concesiones de carácter ambiental,

la cuales se encuentran vigentes al momento de la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para los diferentes rubros como manejo de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, impacto ambiental, emisiones a la atmósfera, actividades altamente riesgosas y concesiones de agua para su utilización. Es así que en materia de manejo residuos peligrosos, la empresa cuenta con un número de registro ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), MNEMK2200411, disponiendo sus residuos peligrosos con empresas autorizadas para ello, así como también se cuenta con una Licencia Ambiental Única expedida por la misma Secretaría con número LAU-22/000004-2016, vigente de acuerdo a los procesos que lleva a cabo actualmente la empresa, así como las emisiones a la atmósfera que reporta a través de la Cédula de Operación Anual y monitorea constantemente con laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Para abatir el impacto ambiental la empresa cuenta con una autorización expedida por la SEMARNAT desde 1996 para la contención de los jales en específico la presa de jales número 5, así como una ampliación autorizada en el año 2016 para la misma presa de jales y disposición con una vigencia de 8 años para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, obra civil en zona federal y el uso de la presa de jales (oficio F.22.01.01.01/1533/16, copia electrónica anexa).

En materia de riesgo ambiental Minera La Negra, S.A. de C.V., la empresa cuenta con un Estudio de Riesgo Ambiental actualizado a las instalaciones y sustancias almacenadas dentro de la planta para su funcionamiento, realizado en el año de 2014, ingresado a la SEMARNAT con bitácora 22/AR-0071/12/14; además de un Programa de Prevención de Accidentes autorizado mediante oficio número DGGIMAR. 710/002981 expedido por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas el 23 de marzo de 2016.

El presente documento busca la autorización de dos piletas para contener las aguas de proceso más una de emergencia, ubicadas dentro del polígono previamente autorizado para las actividades de la mina.

Debido a los procesos internos de producción nos vemos en la necesidad de acudir a la SEMARNAT para la evaluación de las actividades que se describirán a detalle en los siguientes apartados.

### **II.1.2. Selección del sitio**

El sitio para llevar a cabo la construcción de dos piletas (con las cuales se pretende realizar almacenamiento de agua de procesos de forma temporal dentro de las instalaciones) más una de emergencia, obedece los puntos siguientes:

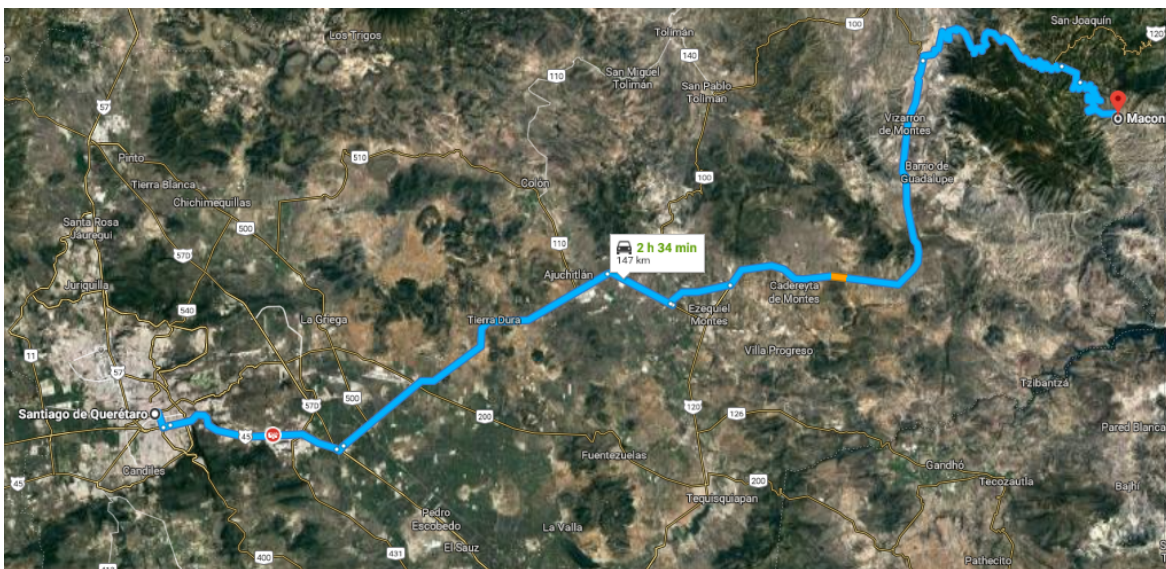
- Las características geológicas y físicas del terreno son propicias para soportar estos volúmenes esperados, cuenta con los análisis de estabilidad correspondientes, ver Anexos. Por consiguiente y para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, las instalaciones de almacenamiento de agua (piletas) deberán ubicarse en un lugar considerado para el acceso continuo y la eficacia distributiva.
- La instalación de las piletas en el sitio mejorará en la gestión del agua para reducir costos asociados al tratamiento de aguas de proceso, la depuración, las tasas de saneamiento o el consumo energético.
- Se cuenta una concesión para explotar aguas nacionales expedida por la Comisión Nacional del Agua, con un volumen total de 267,019.00 m<sup>3</sup> al año, con el desarrollo de este proyecto se disminuiría el consumo.
- Se cuenta una concesión para descargar aguas residuales expedida por la Comisión Nacional del Agua, con un volumen total de 27,375.00 m<sup>3</sup> al año, con el desarrollo de este proyecto se disminuiría la descarga.
- Existe compatibilidad entre las actividades propuestas y el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, así como el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.
- Una de las últimas autorizaciones expedidas en materia de impacto ambiental para la planta versa sobre la ampliación del depósito de jales número 5, la cual fue sometida al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA) ante la SEMARNAT y autorizada por la Delegación Federal en Querétaro en el año 2016, de la que se encuentra dando cumplimiento a los términos y condicionantes, sobre la cual se instalarán las piletas mencionadas en este proyecto.
- El sitio es adecuado de manera estratégica, ya que se han adecuado con anterioridad dos estructuras desarrolladas hace años en la denominada *corona* de la presa (Depósito de jales

No. 5). En ésta área se encuentran bien definidas dos subestructuras que habían sido formadas por temas de operación.

Es por todo lo anterior que se considera viable el sitio seleccionado, tanto ambiental como técnicamente para llevar a cabo el establecimiento y operación de espacios para almacenamiento de agua de proceso para su recirculación y reutilización en la operación de la mina.

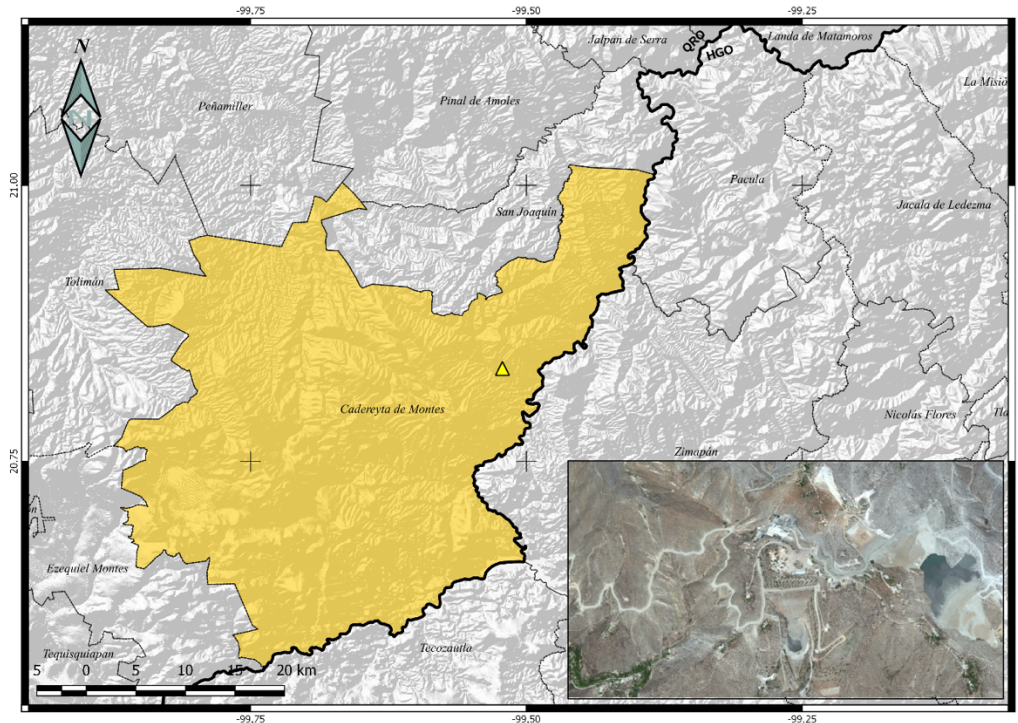
### ***II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización***

El proyecto, como se muestra a continuación se encuentra en el Municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro, México, aproximadamente a 1 km de la comunidad denominada Maconí. Para acceder a ella desde la ciudad de Querétaro, Qro., se debe tomar la autopista Querétaro – México, es necesario tomar la desviación al norte por la Carretera Estatal número 100, aproximadamente 40 km, entroncar con la Carretera Estatal 120 en la Cabecera Municipal de Ezequiel Montes, Qro., y seguir 65 km hasta encontrar la desviación a la comunidad de Maconí, ir por camino de terracería hasta llegar a las instalaciones de Minera La Negra, S.A. de C.V., en un recorrido aproximado de 2 horas con 40 minutos y 174 Km. La zona en la que se instalarán las piletas se encuentra a 460 metros de la edificación principal de la mina, hacia el sureste. A la zona se puede llegar a través del costado derecho del camino a la entrada de la mina. Existen dos accesos, uno por el oriente y otro por el norte, para tener acceso a niveles inferiores y a comunidades.



**Figura II.1. Recorrido desde la ciudad de Querétaro al poblado de Maconí, Cadereyta de Montes, Qro., para acceder a las instalaciones de Minera La Negra S.A. de C.V.**

Las instalaciones de la mina se encuentran en un sistema montañoso con pendientes pronunciadas que van desde el 25 al 30%, con elevaciones de hasta 2,700 msnm, con tipo de suelo Regosol (con subunidades entre lítico, epiléptico y molihúmico), constituido en su mayor parte de arena, acompañada de limo y arcilla en porcentajes bajos con una profundidad de hasta 10 cm, por lo que la capa de suelo se considera pobre, su roca caracterizada por calizas en un nivel de afloramiento casi superficial, lo cual da sustento a las instalaciones que ya se encuentran operando, y que hasta la fecha no poseen afectaciones de forma general, a través de la geología del terreno.



**Figura II.2. Mapa de localización del proyecto dentro del municipio.**

El sitio del proyecto está delimitado a aquellas instalaciones que se pretenden autorizar en materia de impacto ambiental para el almacenamiento de agua de proceso, las cuales requerirán una capacidad superior o igual a los 15,000 m<sup>3</sup>. Esta zona está conformada parcialmente a modo de piletas con el mismo jal que se fue acumulando en la corona del depósito de jales no. 5, posee tres costados con taludes y uno corresponde a la cortina oriente del depósito, es en este costado que se tiene un

desarrollo de cierre con tepetate, tierra y especies vegetales como parte de la etapa anterior para evitar la erosión por efecto del viento.



**Figura II.3. Distribución de las instalaciones que se pretenden autorizar en la MIA Particular (Polígono inferior derecho).**

El conformado general del proyecto se delimita con las siguientes coordenadas UTM datum WGS84, zona 14P, con un margen de error de medición de ±5 m, a continuación:

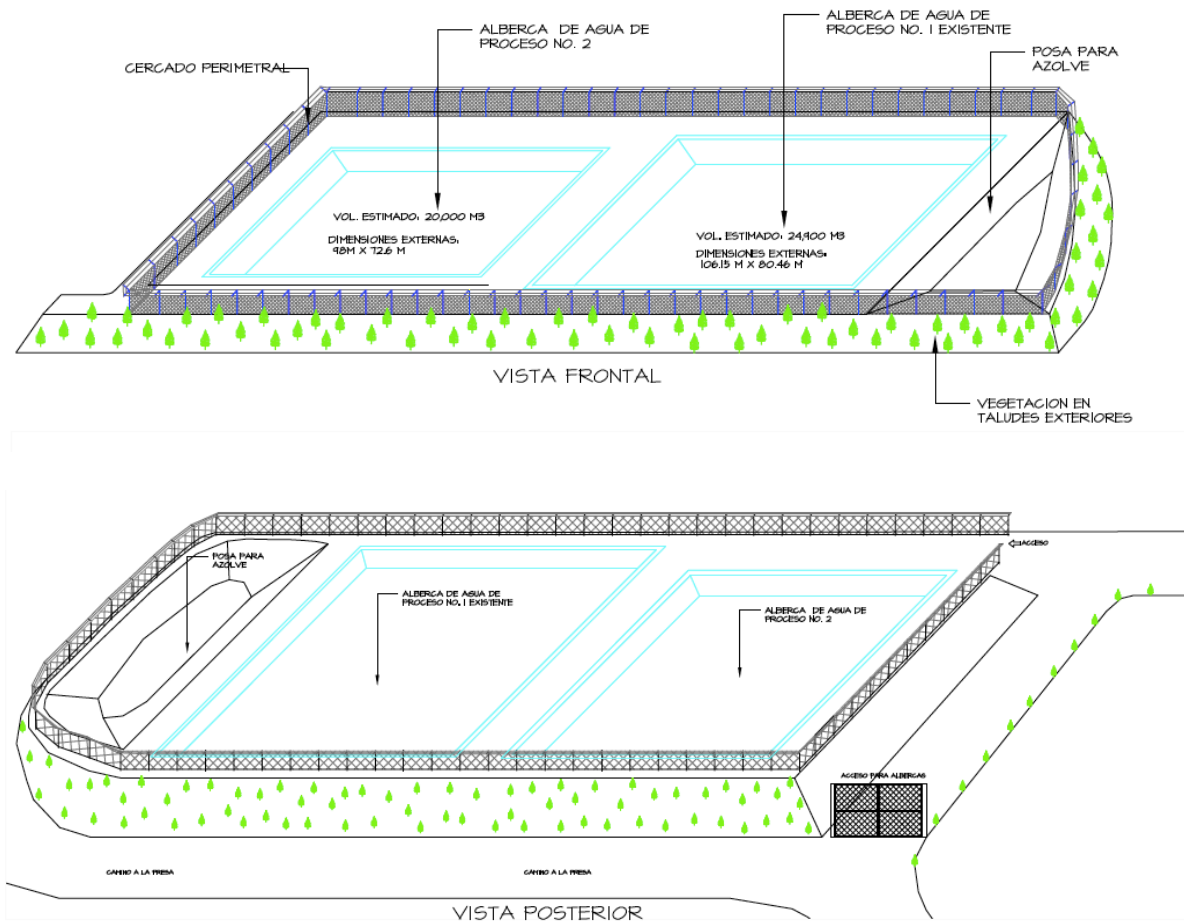
**Tabla II.2, Tabla II.3 y Tabla II.4. Coordenadas de las secciones del área del proyecto.**

Pileta 1	
x	y
446206	2303904.99
446211	2303904.99
446266	2303954.99
446331	2303880.99
446276	2303832.99
446276	2303827.99
446337	2303880.99
446267	2303959.99

Pileta 2	
x	y
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99
446143	2303832.99

Pileta de Emergencia	
x	y
446143.000	2303832.99
446209.000	2303778.99
446150.000	2303832.99
446194.000	2303880.99
446253.000	2303826.99
446209.000	2303771.99
446209.000	2303771.99
446260.000	2303826.99

A continuación se muestran los diagramas con medidas para las piletas, así como los volúmenes que pueden contener cada una.



**Figura II.4. Vista frontal y posterior de las piletas.**

**II.1.4. Inversión requerida**

La inversión que Minera La Negra, S.A. de C.V. realizará para la construcción de la sección de piletas y depósito de emergencia, incluyendo los gastos de operación anuales es de \_\_\_ de dólares, lo que equivale, con un tipo de cambio de 20 pesos con respecto a 1 dólar, a \_\_\_ de pesos.

Lo anterior incluye los gastos de operación de los que actualmente se destinan para la implementación de medidas en materia de riesgo ambiental y de impacto ambiental, por lo que dichas actividades, que ya se llevan a cabo, se encuentran consideradas para su ejecución; es así que únicamente se incluirán

las que, en caso de autorizarse, la SEMARNAT tenga a bien emitir para la protección del medio ambiente.

#### ***II.1.5. Dimensiones del proyecto***

En cuanto a la sección destinada a la instalación de las piletas de almacén en su conjunto, la cantidad de superficie que ocupa es de 30,042.89 m<sup>2</sup>. Cabe resaltar que **no se removerá vegetación forestal o de algún otro tipo** para llevar a cabo las actividades de almacenamiento temporal, por lo que no es necesario reportar en este apartado remoción de vegetación a afectar por las actividades del proyecto ya que tampoco existe vegetación de otro tipo en la zona del proyecto, ya que estaba cubierta por jales.

Es menester indicar que las piletas ya se encuentran construidas al momento de ingresar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, solicitando así la autorización por construcción y operación de las mismas.

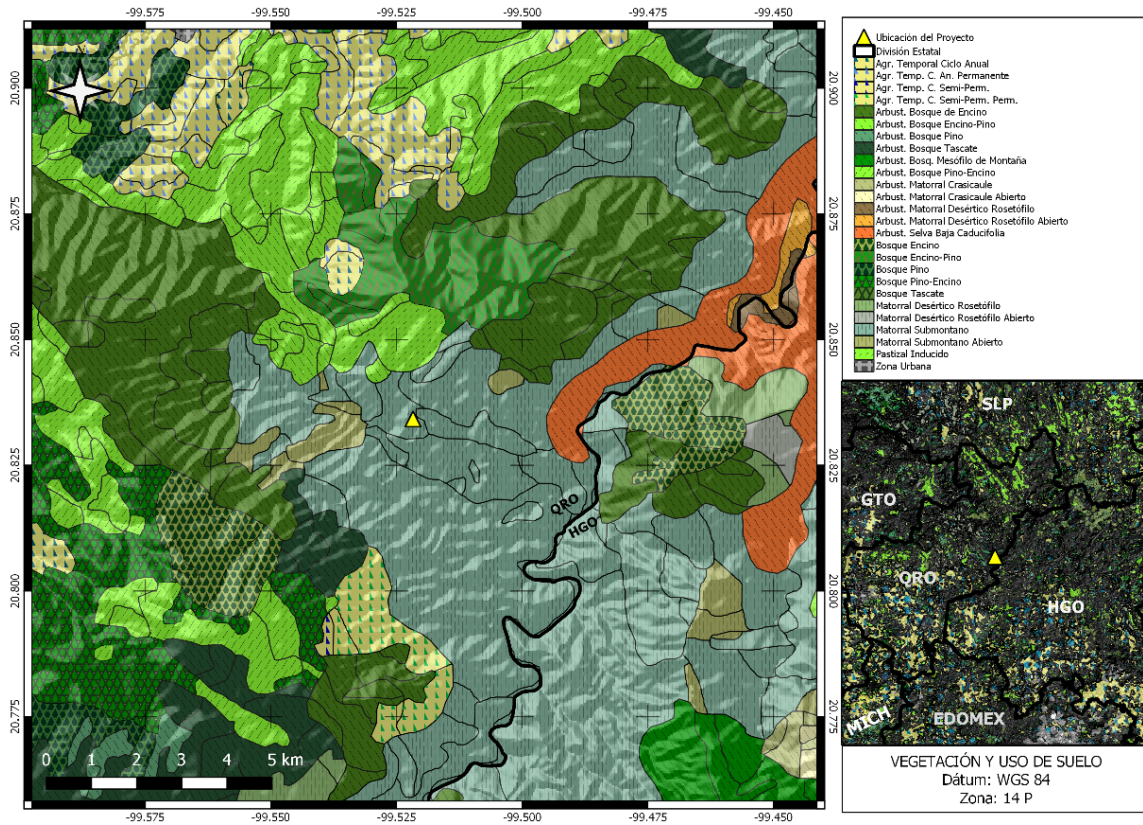


**Figura II.5. Imagen del área de la corona superior del depósito de jales No 5. Vista hacia el sur-poniente, a la derecha el área de trituración de la empresa.**

#### ***II.1.6. Uso actual del suelo***

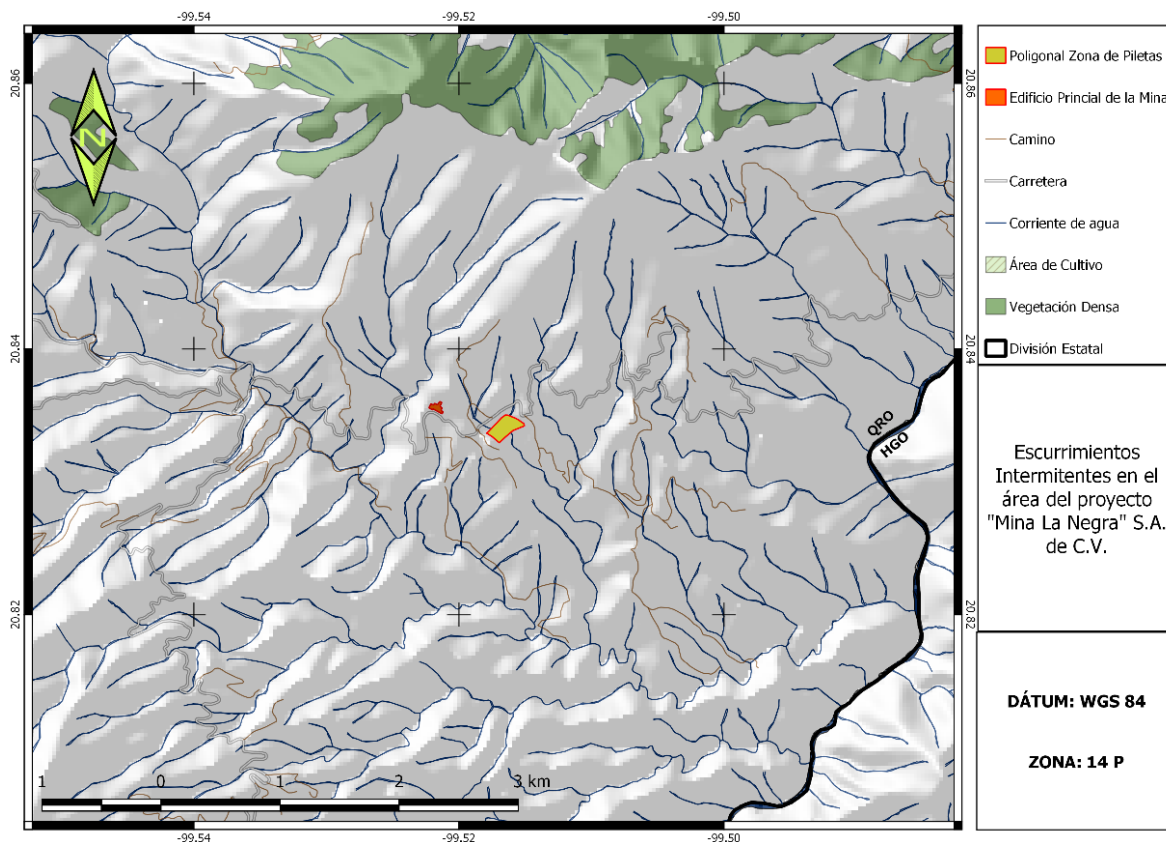
El área de proyecto actualmente cuenta con un uso de suelo industrial, sin contar con presencia alguna de vegetación de ningún tipo ya que se encuentra sobre un depósito previamente autorizado de jales mineros. Como se muestra en el mapa siguiente, el valle de Maconí, nombre con el que se conoce el área rodeada de sierra y que cubre al poblado del mismo nombre, contiene una serie de distinciones paisajísticas distintas a las formaciones rocosas que le rodean. El mismo posee comunidades vegetales de tipo matorral submontano (ver especies botánicas asociadas en cap. 4) y, conforma la pendiente asciende se pueden distinguir secciones de pastizal, vegetación arbustiva y boscosa de pino-encino, y algo más alejado al sitio, cobertura de selva baja caducifolia.





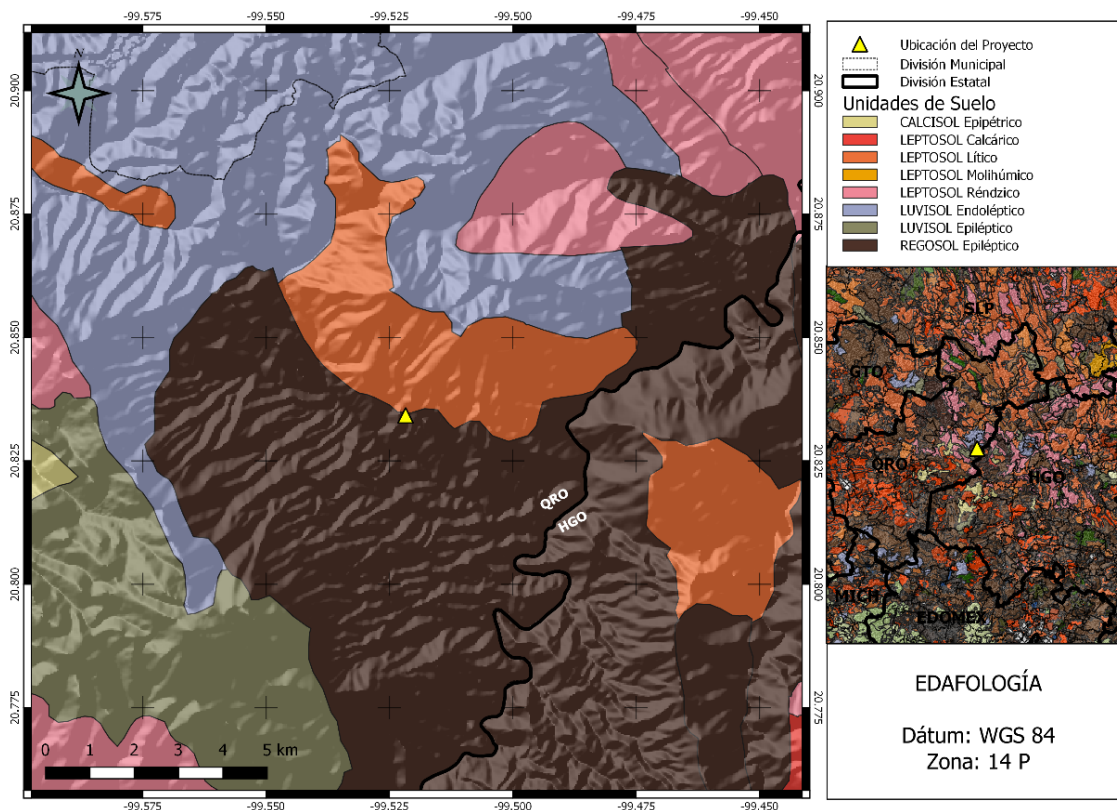
**Figura II.6. Uso de suelo y vegetación para la zona del proyecto / carta de INEGI en su Serie IV.**

Respecto de los aspectos hidrológicos relevantes para este apartado el proyecto se encuentra con la influencia de un escurrimiento intermitente modificado desde la creación de la presa de jales número 3. El escurrimiento, como indica la cartografía, es de primer orden, lo que indica que no existen tributaciones adicionales de escurrimientos hacia el mismo, lo que facilita que las aguas pluviales sean canalizadas y drenadas aguas abajo de dicha presa.



**Figura II.7. Escurrimientos intermedios en el sitio.**

De un acercamiento realizado para detectar los tipos (unidades) de suelo que se encuentran en el área del proyecto, se tiene que éstos son *Phaeozem* y *Regosol*, caracterizados por ser suelos delgados, que en este caso ascienden a 10 cm de espesor. La base de datos vectoriales de INEGI (2004) indica la existencia en la zona amplia de las unidades edafológicas tipo *Regosol epiléptico* y *Leptosol molihúmico*.



**Figura II.8. Tipos de suelo detectados en el área del proyecto de acuerdo a la carta de INEGI.**

Los anteriores son sólo algunos de los datos que se desarrollarán en las secciones posteriores del presente documento con mayor detenimiento y profundidad, sin embargo, los anteriores son las características principales del área del proyecto para su caracterización ambiental dado que la exploración y explotación del proyecto es subterránea no se removerá vegetación forestal o de otro tipo, ya que no es necesario su ampliación o modificación.

**II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

La comunidad de Maconí, en el Municipio de Cadereyta de Montes, Qro., fue fundado a principio del siglo XVIII, antiguo Real de Minas, cuya cabecera delegacional, actualmente, cuenta con alrededor de 600 habitantes. En Maconí nace la región infernillo, donde comienza la obra denominada Acueducto II, la cual lleva agua hasata la ciudad de Querétaro con un caudal de 50 millones de m<sup>3</sup> al año.

## II.2.- Características particulares del proyecto

### II.2.1. Programa general de trabajo

El programa general de trabajo para el desarrollo de las actividades es el siguiente:

**Tabla II.5. Programa General de Trabajo**

ETAPAS	MESES																	
	1			2			3			4								
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
	Preparación del Sitio	Mediciones topográficas																
Ingeniería (Fase teórica, preliminares de manejo de agua, fase analítica, fase diagnóstico y propuesta final)																		
Contratación de maquinaria de excavación y camiones de volteo																		
Trazo y señalización																		
Construcción	Conformación de bordos o taludes.																	
	Procuración de geomembrana																	
	Nivelación y compactación (piso y corona)																	
	Manto a balsa y bomba																	
	Instalación de geomembrana																	
	Llenado con agua para pruebas																	
	Montaje de balsa y bomba																	
	Montaje de líneas hidráulicas																	
	Enrocado de talud exterior																	
	Enrocado en corona																	
	Instalación de cercado perimetral																	
	Pruebas de bombeo																	
	Reportes																	

Para la operación de Minera La Negra, S.A. de C.V., se encuentra actualmente operando, como se espera continúe durante treinta años más. De igual manera el manejo del recurso hídrico será necesario para el uso eficiente del agua y por tanto, las estructuras correspondientes a las pileta 1 y 2, así como también la pileta de azolves, están destinados a ofrecer una vida útil de 15 años.

El abandono de sitio no se propone toda vez que las características del área del proyecto, inclusive el proyecto, podría modificarse durante el periodo de tiempo que se propone para su operación.

### ***II.2.2. Preparación del sitio***

La etapa de preparación del sitio, para la adaptación de los espacios destinados para las piletas 1 y 2 y el sitio de azolves, consta de diferentes fases para su realización.

- *Mediciones topográficas*

Para todo desarrollo constructivo se requiere llevar a cabo la medición de espacios, independientemente del diseño arquitectónico, en el sitio del proyecto. Estas incluyen medición de ángulos, distancias y desniveles.

- *Fase teórica*

En esta fase se llevó a cabo la investigación y recopilación de los datos históricos, arquitectónicos y de construcción concernientes al tema. A la vez, es importante señalar que en esta fase se realiza también la recopilación de leyes, normas y lineamientos de construcción, así como estándares internacionales con respecto al tema de diseño de piletas y áreas de almacenamiento de agua en la industria minera.

Se procedió a recabar información relacionada con los aspectos más importantes en cuanto al tema de estudio utilizando herramientas como fuentes bibliográficas, entrevistas, reuniones con empresas involucradas en la construcción de albercas industriales y piletas, y estudios de campo.

- *Fase de preliminares*

El desarrollo del tema como proyecto responde a la iniciativa propia de la empresa para mejorar la operación en lo que concierne al manejo de agua de proceso y su reutilización integral y correcta. Esta fase consiste en la recopilación de información general de la situación sobre los procesos actuales aplicados por las diferentes empresas en el diseño y procesos constructivos de sistemas de manejo de agua para la adaptación más correcta del espacio para esta finalidad.

- *Fase analítica*

El siguiente paso consiste en analizar y sintetizar la información recopilada, con el objeto de obtener la escala general del tema, definiendo una directriz en desarrollo del proyecto. Se sistematizó la información obtenida a través de la investigación y procesos de acuerdo con un ordenamiento y análisis de datos, y la etapa de prefiguración.

- *Fase de diagnóstico*

Utilizando la información recopilada, analizada y sintetizada se identifica de qué manera se desarrollará la propuesta de construcción de la pileta o alberca de agua de proceso. Los parámetros, equipos, maquinaria, materiales y procesos que influyen en el desarrollo, así como los usuarios involucrados en el mismo, determinarán el resultado positivo que se espera de la instalación de las estructuras. Este resultado indica las necesidades particulares y las mejoras a nivel ambiental, de seguridad y de operación de la empresa.

- *Propuesta final*

Tomando como base las anteriores fases se dio inicio a la planificación del proyecto que se constituyó en el desarrollo de una ingeniería para esta área de la empresa de forma preliminar.

- *Consideraciones del diseño constructivo*

Como resultados de la fase de diagnóstico y la propuesta final, se indican las siguientes consideraciones a tomarse en cuenta:

*Tipo de 'alberca' o pileta para agua del proceso*

La geometría rectangular es la forma más común en este tipo de repositorios, además de que presenta ventajas como el mejor aprovechamiento del espacio para contención y almacenamiento, una excavación más sencilla, facilidad para la colocación de las instalaciones auxiliares.

*Profundidad*

La profundidad para albercas industriales puede ser muy variada, pero lo ideal es tener un estanque con una profundidad que permita absorber los picos de volúmenes de alimentación y de descarga sin riesgo de derrame o de muy bajo nivel. Para este caso, 2.50 metros de altura es lo ideal entre el piso del estanque y el nivel superior del agua dejando un bordo libre adicional de 0.50 m.

### *Nivel del agua con respecto al nivel del plano del terreno*

El alto del nivel del agua en relación al nivel del terreno depende del nivel final que se adopte en el estanque de la pileta, éste puede estar completamente *a)* a nivel superficial, *b)* semiempotrada en el terreno y *c)* completamente empotrada. La diferencia entre éstas es básicamente la excavación que deberá hacerse al construir el estanque. En el primer caso no se necesita excavación, ya que toda la estructura se hace sobre el nivel del terreno. En el segundo caso, al igual que el tercero, debe hacerse una excavación para lograr el empotramiento parcial o total del estanque. Lo importante en una pileta industrial es utilizar materiales que sean capaces de resistir las presiones generadas por el agua, también deben ser capaces de evitar filtraciones para lo cual el método a seguir es el revestimiento con geomembrana en PEAD.

### *Excavación y estabilidad*

La excavación en un suelo arenoso es definitivamente menos complicada que en un suelo con un valor soporte promedio de 10 toneladas sobre metro cuadrado, esto se debe a la ausencia de cohesión entre partículas y a la poca probabilidad que aparezcan rocas. Excavar en suelo arenoso tiene sus ventajas y desventajas, la ventaja, como anteriormente se mencionó, es la facilidad de extraer el material con máquinas, ya que por las características del suelo el uso de piochas no es necesario.

Las paredes de la excavación del estanque no son mayormente estables por no ser un suelo cohesivo o adecuado, esto obliga a pensar que en todo el perímetro de la excavación del estanque el material mantendrá su talud de reposo de acuerdo a las características de la siguiente tabla.

**Tabla II.6. Taludes en reposo en suelos sumergidos y no sumergidos.**

<b>Taludes en reposo aproximados en los suelos</b>		
<i>Suelos</i>	<i>No sumergido</i>	<i>Sumergido</i>
<i>Arena Limpia</i>	1:1.5	1:2
<i>Arena -arcilla</i>	1:1.33	1:3
<i>Arcilla seca</i>	1:1.75	1:3.5
<i>Gravas limpias</i>	1:1.33	1:2
<i>Grava-arcilla</i>	1:1.33	1:3
<i>Grava-arena-arcilla</i>	1:1.5	1:3
<i>Rocas duras</i>	1:1	1:1

- *La preparación del terreno*

Consiste en la limpieza, el retiro de vegetación herbácea y tratar de integrar en los diseños los árboles existentes en las secciones exteriores. Cuando el terreno es inclinado es necesario crear una plataforma haciendo corte y relleno para que en el movimiento de tierras no incremente el costo del proyecto.

El material utilizado para la construcción de terraplenes debe estar libre de materia orgánica, piedras aisladas de mayor tamaño a 10 cm, troncos o cualquier otro material que comprometa la impermeabilidad de los taludes y de la estructura en general.

### **II.2.3. Construcción de obras**

- *Excavación*

Cuando se hace la excavación debe tratar de aprovecharse los taludes para que sirvan de formaleta exterior de las paredes, esto reducirá los costos y el tiempo de ejecución del proyecto. Cuando se realiza el corte del suelo es importante que se haga a plomo, es decir, que se debe conservar la vertical. Cuando se usan los taludes como formaleta exterior debe aplicársele un recubrimiento para evitar que se contamine el concreto en la etapa de fundición.

Respecto al piso también es importante prepararlo antes de otra actividad. Esto se hace con el fin de que esta sección del proyecto sea utilizada como base y patio de maniobras de camiones y de maquinaria para la conformación de los taludes, de la corona y del propio piso antes del cierre de áreas. Una vez iniciada la excavación y si se observa material orgánico, éste debe removerse.

- *Recubrimiento*

Para este caso, se deberá de colocar una recubierta plástica (aconsejable en Polietileno de Alta Densidad) en toda la superficie interna para evitar la filtración. Se deberá dar un registro de calidad y la ficha técnica del material a emplear.

- *Exteriores*

Capas de terreno vegetal podrían ser incluidas al terminar labores de colocación de la geomembrana para permitir el desarrollo de vegetación que aumente la estabilidad de los taludes. Esto debe estar libre de materia orgánica así como de basura y desechos.



- *Superficie de instalación*

La superficie sobre la cual la geomembrana será instalada deberá tener una superficie suave y regular, libre de partículas agudas. Para evitar daños mecánicos locales en la geomembrana se podría instalar un geotextil entre la superficie de roca y la geomembrana. La obtención de capas final es en el orden siguiente:

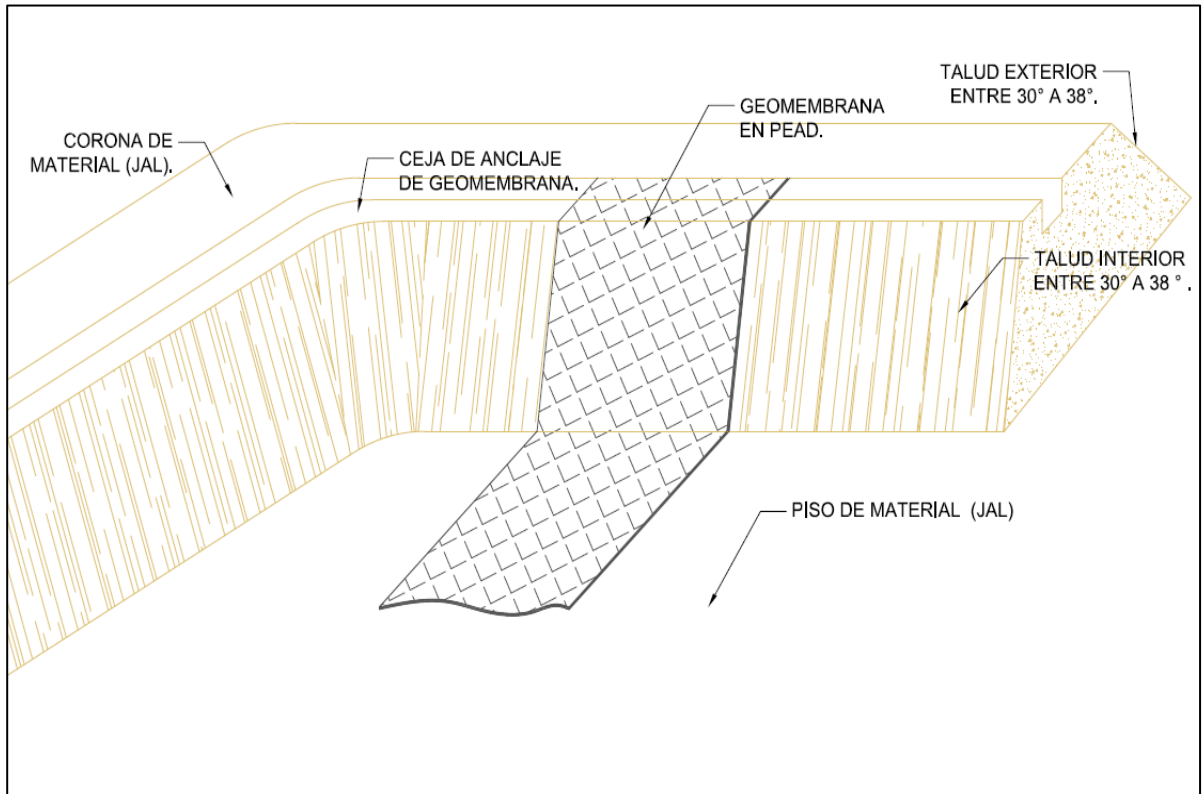
- a) Roca excavada
- b) Geomembrana impermeabilizante
- c) Anillo de malla perimetral

- *Revestimiento impermeable (Geomembrana)*

Se utilizará una geomembrana en PVC plastificado de 1.5 mm de espesor, colocada sobre toda la superficie interior. Esta sobrepasará el límite del hombro interior de la corona para que pueda ser anclada de forma adecuada.

Las hojas de geomembrana adyacentes se deberán soldar entre sí por medio de una máquina de soldadura automática de aire caliente. También se podrán realizar soldaduras manuales en caso de ser necesario. Todas las soldaduras deberán ser examinadas; para el caso de soldadura entre membranas se deberá seguir el procedimiento de DRI GM6 estándar (*pressure channel testing*); para el seguimiento de las soldaduras se deberá seguir la norma ASTM D 4437-84 (re-aprobada en 1988 y 1999) "Standard Practice for Determining the Integrity of Field Seams Used in Joining Flexible Polymeric Sheet Geomembranes - 7.5 Mechanical Point Stressing".

El contratista de impermeabilización con el supervisor de la obra revisará todas las geomembranas y todos los elementos embebidos; cada unión, cualquier área dañada y cualquier anomalía deberán ser registradas. Todas las costuras serán probadas en presencia del Interventor. Las uniones que no pasen la prueba serán reparadas y se volverán a probar hasta que pasen la prueba. Después de la instalación de la geomembrana y antes de la colocación del anillo perimetral para anclaje, toda el área de geomembrana será inspeccionada para detectar áreas potencialmente dañadas, tales como abrasiones o perforaciones. Todas esas áreas se repararán con una pieza adicional de geomembrana y deberá ser probada hasta que sea aceptada.



**Figura II.9. Sección tipo de la pileta y recubrimiento.**

#### **II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales**

- *Procedimientos de post-construcción para garantía de eficiencia*

Se realizará después de que el sistema de geomembrana haya sido construido. Esta inspección garantiza que la geomembrana esté intacta antes del vaciado.

- *Ensayos y pruebas a realizar*

##### *Calidad*

La instalación del sistema de impermeabilización se realizará por trabajadores capacitados y bajo la constante supervisión de un técnico calificado. El equipo y la iluminación será tal que permitan una fácil instalación e inspección.

Cualquier daño al revestimiento que ocurra durante su instalación, o durante las operaciones preliminares de vaciado, debe ser detectado y reparado antes de que la estructura final sea colocada.

Las reparaciones se realizan mediante soldadura con parches de PVC de las mismas características del material de matriz, con un perímetro de superposición de al menos 15 cm. Las reparaciones de soldaduras automáticas se harán de forma manual con soldadura en caliente a una tira o círculo de PVC de 30 cm de ancho.

Las soldaduras manuales no aceptadas serán rectificadas y analizadas de nuevo según sea necesario para superar los requisitos de prueba. La geomembrana será instalada en la superficie de jal conformado y compactado.

Se tiene contemplado poner una malla ciclónica alrededor del polígono con el fin de delimitar adecuadamente el predio y evitar así que la fauna se acerque al lugar.

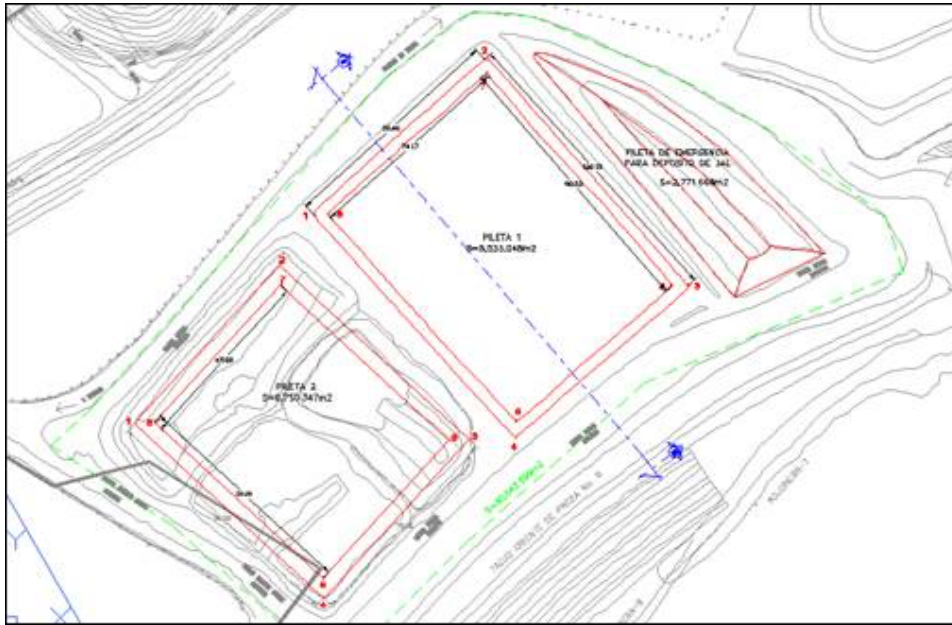
#### *Material, equipo, limitaciones y desperdicios*

El contratista ejecutará las instalaciones conforme a los planos del proyecto definitivo aprobado, siguiendo las pautas y especificaciones autorizadas. Además, presentará planos de detalles completos de las instalaciones. Deberá también suministrar todos los equipos y herramientas de montaje y construcción necesarios para realizar los trabajos a su cargo según las normas técnicas aplicables, y su costo deberá ser tenido en cuenta dentro de los precios cotizados.

Todos los trabajos terminados que se presentan para la aceptación del cliente deberán lucir ordenados, libres de herramientas, desperdicios propios de la labor y de la suciedad, y elementos extraños. El contratista deberá asumir los gastos de logística y disposición de desperdicios en caso de ser necesario.

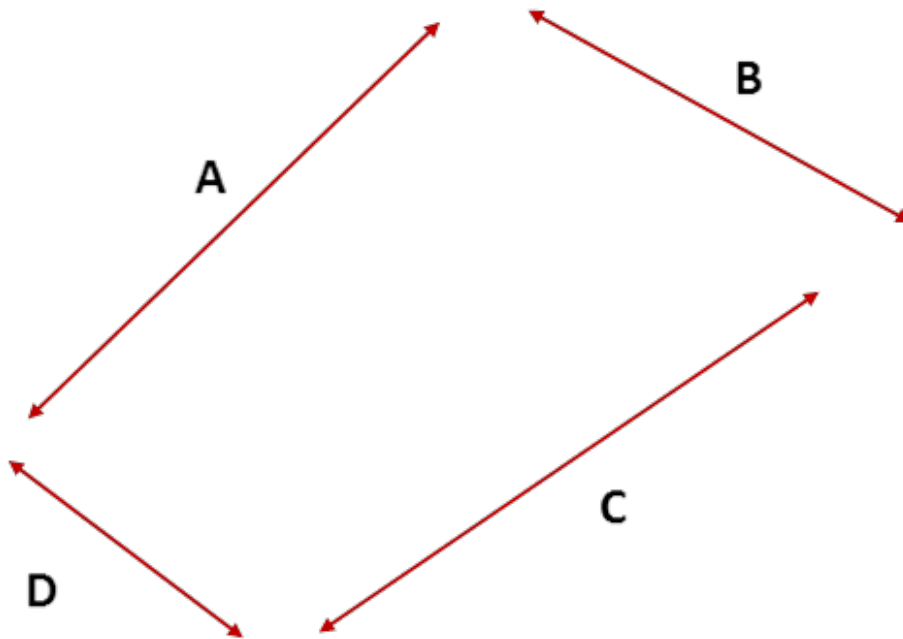
#### **II.2.5. Reforestación**

Se tiene contemplada la plantación de diversos árboles en los taludes de las piletas de almacenamiento de agua de proceso con geomembrana de acuerdo al siguiente acomodo.



**Figura II.10. Distribución general de piletas.**

De acuerdo a la anterior distribución de las piletas se formarán 4 taludes que se llamarán A, B, C y D, los cuales se distribuyen como se menciona a continuación



**Figura II.11. Nombramiento de los taludes.**

Dentro de dichos taludes se tiene contemplado sembrar diversas especies de árboles nativos como el huizache (*Acacia sp.*), pirul (*Schinus molle*), mezquite (*Prosopis laevigata*), encino (*Quercus sp.*) y pino piñonero (*Pinus sp.*) de acuerdo a lo siguiente:

- Talud A: 30 huizache, 30 pirul, 30 mezquite, 30 encino y 30 piñón.
- Talud B: 20 huizache, 20 pirul, 20 mezquite, 20 encino y 20 piñón.
- Talud C: Esta área está considerada dentro del Plan de Cierre para la restauración del depósito de jales 5, por lo que se continuará con la misma planeación y se programaran las actividades conforme a lo establecido en el plan de cierre.
- Talud D: Esta última área ya se encuentra reforestada desde abril de 2018 como parte de las actividades del Programa de Educación Ambiental Minera y el Plan de Cierre de dicha área. Se tiene a la fecha un avance de crecimiento excelente y de la cual se continúa aplicando las medidas de mantenimiento y riego correspondiente.

#### **II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento**

El motivo primordial para la construcción y uso de las estructuras por las cuales se realiza este documento es el empleo óptimo del agua para los procesos, del cual emana el ahorro del recurso durante las actividades de exploración a través de las acciones de reducción de consumo, racionalización de costos a partir de los procesos y actividades que demandan consumo de agua (durante la exploración, extracción y beneficio), desarrollo de campañas que promuevan la adquisición social de concientización acerca del adecuado uso de agua dentro y fuera de la empresa, e implementar metas, estrategias e indicadores de producción.

Como se ha mencionado también, los objetivos anteriores se materializan en los parámetros de retención y disponibilidad. El volumen máximo a almacenar para todos los procesos (operación) es de 25,000 m<sup>3</sup>, cantidad calculada en requerimiento de las obras de ampliación que demandarán tal cantidad de volumen en una situación de uso límite.

#### **II.2.7. Etapa de abandono del sitio (Post-Operación)**

Esta etapa se sugiere omisible debido a que al cabo de 30 años no se conoce el grado de modificación que pueda tener la planta, la sección estudiada en este documento, el área de influencia del proyecto ni el sistema ambiental, por lo que, el promovente se compromete a que una vez dadas las condiciones y establecida la decisión de abandonar el sitio deberá integrar un programa de abandono de sitio,

donde incluya el cierre de obras mineras, la estabilización de los jales o cierre de las presas, así como el desmantelamiento de las instalaciones. Dicho programa se presentará seis meses antes del cierre de la mina.

#### ***II.2.8. Utilización de explosivos***

El desarrollo de este proyecto no contempla en ninguna de sus etapas el uso de explosivos de ningún tipo.

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

El tipo de actividades que corresponden al desarrollo del presente proyecto genera muy pocos residuos ya que no es un proceso extractivo, ni transformador, solo es el acopio de agua de proceso en las piletas, por lo que no se contempla mayor importancia en la generación de residuos. Los residuos generados por el personal operativo encargado para estas actividades ya están contemplados en la autorización de la operación de la mina.

Para las emisiones a la atmósfera se acatarán las normas de medio ambiente para las emisiones de los motores a diésel y gasolina empleados para el acarreo y actividades periféricas a las etapas de preparación y operación del proyecto.

CAPITULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

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

Es primordial que dentro de cualquier proyecto que pretenda desarrollarse se logre demostrar cómo, el mismo, es vinculante con los distintos ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental. Por vinculación jurídica debemos entender, la acción o efecto de vincular, y de conformidad con el diccionario de la lengua española, del lat. tardío *vinculāre* 'encadenar' es decir atar o fundar algo en otra cosa, sujetar a una obligación.

Es así como el presente capítulo tiene por objeto señalar la relación que existe entre el proyecto denominado “Construcción y Operación de Piletas de almacenamiento de agua de proceso en la corona de depósito de jales no. 5” y los distintos ordenamientos jurídicos en materia ambiental existentes, partiendo del orden federal al local, y como dicho proyecto no contraviene o bien permite dar cumplimiento a las distintas acciones o estrategias enmarcadas en dichos ordenamientos.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 3º, fracción XXIV de la LGEEPA, el Ordenamiento Ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Derivado de lo anterior es de gran relevancia poder identificar la política ambiental que rige la zona donde pretende desarrollarse el proyecto, con el objeto de articular aquellas medidas necesarias para su cumplimiento con la finalidad de poder demostrar que el proyecto no provocará desequilibrios ecológicos y que no contravendrá los instrumentos jurídicos existentes, y así prever y mitigar afectaciones al entorno ambiental existente.

Partiendo de dicha premisa es importante iniciar con el análisis de los instrumentos o preceptos normativos generales, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pasando por las distintas Leyes Generales en materia ambiental hasta el análisis vinculatorio con las Normas Oficiales Mexicanas; para posteriormente poder realizar la misma tarea para los ordenamientos ecológicos territoriales desde federal para continuar con los ordenamientos regionales y locales existentes.



### III.1.- Leyes y reglamentos aplicables al proyecto.

Artículo	Descripción	Vinculación
<b>LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE</b>		
<p><b>Artículo 28</b></p>	<p>La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;</p> <p>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;</p> <p>X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;</p>	<p>Las piletas se encuentran sobre la corona del depósito de jales no.5, el cual es independiente de los cauces de aguas federales aguas abajo.</p>

<b>Artículo 30</b>	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Es en atención a este artículo se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, especificando las medidas preventivas y de mitigación pertinentes para llevar a cabo el proyecto reduciendo los efectos de los impactos ambientales que se pudieran llegar a manifestar.
--------------------	--	--

**LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

<b>Artículo 44</b>	Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:  I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	Minera La Negra, S.A. de C.V., se encuentra registrada como gran generador de residuos peligrosos.
<b>Artículo 45</b>	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	Minera La Negra, S.A. de C.V., clasifica sus residuos peligrosos de conformidad con la normatividad aplicable.

	realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	
<b>REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL</b>		
<b>Artículo 5o</b>	<p>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p><b>A) HIDRÁULICAS:</b></p> <p>VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales;</p> <p><b>L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:</b></p> <p><b>I.</b> Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;</p> <p><b>II.</b> Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoelectrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o</p>	<p>Toda vez que el proyecto pretende autorizar la parte final del beneficio de minerales, como es la disposición de agua de proceso, en el mismo y las obras civiles a realizar en zona federal, se presente la MIA-P para las actividades que se pretenden realizar.</p>

	<p>templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y</p> <p><b>III.</b> Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.</p>	
<p><b>Artículo 9o</b></p>	<p>Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p> <p>La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.</p>	<p>Es en atención a este precepto que se integra la Manifestación de Impacto Ambiental y se ingresa ante la SEMARNAT.</p>
<p><b>Artículo 11</b></p>	<p>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p><b>I.</b> Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</p>	<p>Toda vez que la presente Manifestación es integrada únicamente para un proyecto, una actividad, en este caso la actividad minera, con todo lo que ello conlleva.</p> <p>Asimismo, no encuadra dentro de alguno de los cuatro supuestos mencionados por este artículo, es por ello que se presenta en su modalidad particular.</p>

	<p><b>II.</b> Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;</p> <p><b>III.</b> Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</p> <p><b>IV.</b> Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</p> <p>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</p>	
<p><b>Artículo 17</b></p>	<p>El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:</p> <p><b>I.</b> La manifestación de impacto ambiental;</p> <p><b>II.</b> Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y</p>	<p>Si bien la empresa lleva a cabo actividades denominadas altamente riesgosas, es menester indicar que cuenta con un estudio de riesgo ingresado ante la SEMARNAT, el cual corresponde a las actividades que actualmente se llevan a cabo y se pretenden llevar a cabo en un futuro, por lo que no es necesario su modificación.</p>

	<p><b>III.</b> Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p> <p>Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.</p>	<p>Asimismo, se cuenta con un Programa de Prevención de Accidentes aprobado por la misma SEMARNAT, a partir del Estudio de Riesgo Ambiental antes mencionado.</p>
<p align="center"><b>REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA</b></p>		
<p><b>ARTICULO 17 BIS</b></p>	<p>Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:</p> <p><b>D) INDUSTRIA METALÚRGICA</b></p> <p><b>IV.</b> Minería de zinc y plomo; sólo incluye beneficio;</p>	<p>Atendiendo a este precepto Minera La Negra, S.A. de C.V., cuenta con Licencia Ambiental Única emitida por la SEMARNAT.</p> <p>Asimismo, cumple con las condiciones y términos establecidos en la LAU.</p>
<p><b>ARTICULO 21</b></p>	<p>Los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada por las unidades administrativas competentes de la Secretaría deberán presentar ante ésta, una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1o. de marzo y el 30 de junio de cada año, los interesados deberán utilizar la Cédula de Operación Anual a que se refiere el artículo 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes</p>	<p>En correspondencia a este artículo es que se presentó la Cédula de Operación Anual del año 2017, se está trabajando con los datos para presentar la del 2018 y al momento de la elaboración del presente aún se cuenta con tiempo para presentar la correspondiente al año 2019.</p>

<b>REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS</b>		
<b>Artículo 42</b>	<p>Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p><b>I.</b> Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</p> <p><b>II.</b> Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y</p> <p><b>III.</b> Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <p>Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.</p>	<p>La empresa se encuentra catalogada como gran generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT.</p>

<p><b>Artículo 46</b></p>	<p>Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:</p> <p><b>I.</b> Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;</p> <p><b>II.</b> 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;</p> <p><b>III.</b> 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;</p> <p><b>IV.</b> 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;</p> <p><b>V.</b> Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en</p>	<p>La empresa como gran generador de residuos peligrosos, identifica sus residuos, los maneja separadamente en un almacén temporal de residuos peligrosos comprobando sus compatibilidades.</p> <p>Los maneja de acuerdo con la normatividad mexicana e internacional. Posteriormente los transporta con una empresa autorizada por la SEMARNAT con un destino a centro de acopio autorizado por la misma institución.</p> <p>Asimismo, lleva los registros de entradas y salidas a través de manifiestos de entrega-recepción.</p>
---------------------------	--	---



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.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

<p><b>Artículo 82</b></p>	<p>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:</p> <p><b>I.</b> Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:</p> <p><b>a)</b> Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;</p> <p><b>b)</b> Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;</p> <p><b>c)</b> 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;</p> <p><b>d)</b> 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;</p> <p><b>e)</b> 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;</p>	<p>El almacén temporal de residuos peligrosos de Minera La Negra, S.A. de C.V., es un almacén tipo cerrado separado del área de producción, en una zona donde no existe el riesgo de mezcla con alguna otra sustancia que se utilice para la operación y cuenta con un dique con una capacidad de almacenamiento suficiente para cualquier derrame sufrido dentro del almacén.</p> <p>Los pisos no cuentan con pendiente alguna, lo que evita maniobras complicadas que pueden poner en riesgo la integridad de los contenedores.</p> <p>El lugar se encuentra ventilado naturalmente, cuenta con una entrada y salida suficiente para montacargas y personas, en su fachada cuenta con señalamientos restrictivos alusivos al a peligrosidad.</p> <p>En todo momento se cuida la estiba y que no se rebase la capacidad instalada completa del almacén.</p>
---------------------------	--	--

**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;

	<p>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</p> <p>e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.</p>	
--	--	--

**III.2.- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**



**Figura III.1 . Ubicación del proyecto respecto de la UAB No. 30 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

El proyecto se encuentra dentro de la Unidad Ambiental Biofísica número 30, denominada Karst Huasteco Norte, de donde se desprenden las siguientes estrategias y se vinculan con el presente proyecto:

Tel. Oficina: 01 (442) 728 2369  
[sergio.macias.ingam@gmail.com](mailto:sergio.macias.ingam@gmail.com)

Celular: (442) 1943979  
 El Pueblito, Municipio de Corregidora, Qro.

No. Estrategia	De Definición de la Estrategia	Acciones	Vinculación con el Proyecto
1	Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad	Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación <i>in situ</i> , como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación	El proyecto pretende la operación de la industria minera, sin embargo, con las reforestaciones de las etapas anteriores de las presas de jales y el cuidado de hectáreas de reubicación de otros proyectos, se mantiene conservado así el ecosistema.
		Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad	Se realizará un esquema de capacitación de los trabajadores para el conocimiento del entorno y del cuidado de la biodiversidad.
		Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.	Se realizará capacitación en cuanto al cuidado del medio ambiente y se seguirán con las actividades de reforestación y cuidado de las áreas de reubicación.
		Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes,	Se evitará la caza y extracción ilegal de especies por parte de los trabajadores de la mina, a través de la capacitación.

	<p>Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad</p>	<p>incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático</p> <p>Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo</p> <p>Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional</p> <p>Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales</p>	<p></p> <p>Si bien no se realizará la extracción de individuos forestales se realizará la capacitación de los trabajadores.</p> <p>Se realizarán actividades en materia ambiental que evitarán comprometer los recursos hidráulicos y del suelo, como el adecuado manejo de residuos y la revisión de tuberías que transportan el material.</p> <p>Se realizará capacitación en materia ambiental para los trabajadores de la mina.</p>
<p>2</p>	<p>Recuperación de especies en riesgo</p>	<p>Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas en la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo)</p>	<p>No se realizará la extracción de flora o fauna cualquiera. No obstante para lo anterior, se realizará la capacitación del personal para el conocimiento de la biodiversidad.</p>

		<p>Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas</p>	<p>Esta actividad no es aplicable al proyecto. Únicamente se cuidarán los recursos de la zona.</p>
		<p>Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA)</p>	<p>La presente acción no es aplicable al proyecto, sin embargo, se realizará el cuidado del entorno del área del proyecto.</p>
3	<p>Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.</p>	<p>Se realizará la capacitación ambiental de los trabajadores de la mina.</p>
		<p>Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.</p>	<p>Se monitorearán las condiciones en que se realiza la operación de la minera, protegiendo así el ecosistema en el que se encuentra inmersa.</p>
		<p>Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento</p>	<p>No se vincula directamente con el proyecto.</p>
		<p>Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras</p>	<p>Se prohíbe la entrada de especies que cumplan con los requisitos de ser exóticas o invasoras.</p>
4	<p>Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales</p>	<p>Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso</p>	<p>No se aprovechará el recurso genético, sin embargo se tienen proyectos que cuidarán de este recurso en la zona, como reforestaciones y zonas de</p>

			conservación dentro del área de influencia del proyecto.
6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	Incrementar la productividad del agua en distritos de riego	En este punto cabe resaltar que el agua utilizada para los servicios proviene del arroyo Maconí, el cual cuenta con la calidad para uso público urbano.
		Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego	En este punto cabe resaltar que el agua que es utilizada se trata y se utiliza para el riego de áreas verdes, tal y como lo señala el título de concesión para descarga de aguas residuales de los servicios. Y actualmente se cuenta con un biodigestor (fosa bioenzimática) y hay un proyecto para la instalación de una PTAR para la sustitución del biodigestor.
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales	Si bien no se removerá vegetación alguna, se cuentan con proyectos para incrementar la cobertura forestal.
8	Valoración de los servicios ambientales	Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos	Se valorarán los servicios ambientales a través de la evaluación del impacto ambiental, por lo que el beneficio de especificar medidas de prevención y mitigación, serán totalmente para aumentar la



			calidad ambiental de los servicios.
		Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo	Se valorarán los servicios ambientales a través de la evaluación del impacto ambiental, por lo que el beneficio de especificar medidas de prevención y mitigación, serán totalmente para aumentar la calidad ambiental de los servicios.
		Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad	Se valorarán los servicios ambientales a través de la evaluación del impacto ambiental, por lo que el beneficio de especificar medidas de prevención y mitigación, serán totalmente para aumentar la calidad ambiental de los servicios.
<b>12</b>	Protección de los ecosistemas	Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES)	Si bien no se removerá vegetación alguna, se cuentan con proyectos para incrementar la cobertura forestal, evitando la desertificación en la zona.

13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción	Se monitorea a través de los proyectos que se tienen de rescate, reubicación y reforestación.
14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas	Se lleva a cabo la reforestación de las presas de jales al cierre, las cuales, en sus colindancias cuentan con inclinaciones que podrían considerarse tierras preferentemente forestales.
		Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos	Los proyectos con que se cuenta de reforestación y reubicación de especies ayudan a que la zona, con un alta erosión por el tipo de paisaje, asimismo, se propondrán medidas para el mantenimiento de la calidad ambiental de la zona de influencia del proyecto.
		Compensar las superficies forestales pérdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas	No se realizará la remoción de vegetación forestal.
15	Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social	Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.	Precisamente, basados en el conocimiento geológico es que se conoce que la inversión minera es prolifera, y se encuentra probado, décadas atrás.
	y al aprovechamiento	Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería	Es este el giro de Minera La Negra, la cual extiende su

	sustentable de los recursos naturales no renovables		capacitación y asesoría a sus trabajadores en el ámbito minero.
<b>15BIS</b>	Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades	Si bien propiamente Minera La Negra no cuenta con injerencia en este rubro, ésta realiza actividades en conjunto con la sociedad y los gobiernos de los tres ámbitos para apoyar y mejorar la gestión ambiental en la zona. Asimismo, cuenta con las demás autorizaciones ambientales pertinentes para el giro minero.
		Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.	Ofrece capacitación a sus trabajadores en el ámbito minero, con la finalidad de apoyar económicamente y con capacitación a los pobladores de Maconí, Cadereyta.
<b>37</b>	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos	Si bien este Plan Nacional de Desarrollo no se encuentra vigente, se tiene el de acelerar el crecimiento de la economía, por lo que Minera La Negra, S.A. de C.V., en un poblado alejado de cualquier fuente distinta de trabajo, ofrece e incrementa la economía del poblado de Maconí, con un proyecto

			productivo que se pretende sustentable.
		Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial	Se emplean pobladores de la zona, a los que se les da conocimiento en el rubro así como oportunidades de desarrollarse social y económicamente.
		Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres así como la de sus hijos	Se mejora la calidad de vida con los empleos que se les da a los pobladores para que no deban salir de su lugar de origen en busca de oportunidades que no se tienen en la zona.
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo	Se otorgan apoyos e incentivos a los trabajadores de la minera con la finalidad de desarrollar capacidades dentro de la población de Maconí.
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Promover la reestructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.	No aplica al proyecto, sin embargo Minera La Negra, realiza actividades de apoyo a la población de Maconí en general que se encuentra dentro de estos núcleos.
44	Impulsar el desarrollo regional mediante acciones	Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las	Se impulsa el desarrollo social a largo plazo contratado a personal de la zona, así como se busca que

coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil	disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas	las personas crezcan de manera personal con la capacitación y de manera económica con su remuneración.
	Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria	La presente Manifestación vincula con todos los ordenamientos ecológicos de orden federal, estatal y municipal, con la finalidad de establecer la vinculación favorable con éstos.

De la vinculación del proyecto con la Unidad Ambiental Biofísica número 30 denominada Karst Huasteco Norte, del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, se tiene que obedeciendo a cada una de las estrategias y acciones, el presente proyecto no contraviene dicho decreto.

#### III.4.- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	A046	Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años.	Si bien no aplica directamente al proyecto, los residuos sólidos urbanos desechados por la empresa serán enviados para su manejo a empresas autorizadas.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
	A047	Se construirá y operará un centro de acopio por municipio para el manejo integral de envases desechados de agroquímicos en un lapso no mayor de dos años. Con especial atención a UGAs con agricultura de riego y temporal.	No aplica para el proyecto, sin embargo, aquellos agroquímicos que se utilicen en las reforestaciones y reubicaciones, se desecharán de acuerdo a la normatividad.
Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	A050	Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50 %. El programa se elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años.	La empresa cuenta con programas de reforestación para los cierres de las presas de jales, que han llevado a cabo desde años atrás y seguirán implementándose.
	A055	Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la	La empresa cuenta con programas de reforestación para los cierres de las presas

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.	de jales, que han llevado a cabo desde años atrás y seguirán implementándose.
Mantener la biodiversidad presente en el área.	A064	Se elaborarán y aplicarán programas turísticos dirigidos al conocimiento de la biodiversidad (seleccionar las actividades conforme a las condiciones de la UGA), en un lapso no mayor de cinco años. Estas actividades deberán de incluir no sólo infraestructura, sino también capacitación y beneficios económicos para la gente de las comunidades de la UGA.	Si bien no es aplicable al proyecto, se realizarán talleres de capacitación para los empleados en materia de conocimiento de la biodiversidad.
Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos	A067	Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.	Esta actividad no pretende la extracción de cualquier individuo de flora o fauna silvestre.
	A068	A través del programa de educación ambiental, se establecerán comités de vigilancia ambiental	Si bien no es aplicable esta acción, la empresa realiza actividades de capacitación para la educación ambiental.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
hidrológicos y geomorfológicos).		participativa (VIGÍAS) y una RED VIGÍA estatal, que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina y la caza furtiva, así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	
	A069	Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	No se pretende realizar desarrollo urbano dentro de áreas prioritarias o protegidas.
	A070	Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y	El presente proyecto no pretende realizar actividades ecoturísticas.



Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años.	
	A071	Se regulará la instalación de cualquier tipo de infraestructura en áreas con aptitud para la conservación necesaria para el desarrollo de actividades de protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando no haya la apertura de nuevos caminos que modifiquen la estructura natural del paisaje, y no se contraponga con el programa de manejo (en caso de que exista).	Si bien por el paisaje que describe la zona de estudio, es un área apta para la conservación, las medidas de mitigación y compensación, van enfocadas a la convivencia de las actividades mineras con el entorno en armonía.
	A072	La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o	No aplica al proyecto debido a que no es un proyecto

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.	exclusivo para la instalación de estas actividades.
	A073	Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su trazo divida ecosistemas conservados.	Se prohíbe la remoción de vegetación alguna y extracción de fauna silvestre.
	A074	Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de	Para todos los mantenimientos necesarios los sobrantes se enviarán para su manejo con empresas autorizadas por la Secretaría de Desarrollo Sustentable para ello.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la quemé, en un lapso no mayor de un año.	
Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A076	Se aplicará un programa de manejo del pastizal para incrementar su productividad, evitando su deterioro y pérdida del suelo, en un lapso no mayor de dos años.	No se realizará actividad productiva alguna en materia forestal.
	A078	Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa dirigido a la capacitación para un adecuado manejo de la vegetación, que incluya acciones dirigidas al control de plagas y cualquier otra necesaria para reducir la probabilidad de incendios, en no más de dos años.	La empresa, internamente, realizará capacitación en materia de recursos naturales para los empleados.
	A079	Se aplicará un programa dirigido al manejo de	No aplica, toda vez que no se realizará actividad

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		potreros, a través de apoyos financieros dirigidos a la construcción de cercas perimetrales, bardas, u otros, en un plazo no mayor de dos años.	productiva dirigida a manejo de potreros.
	A080	Se aplicará un programa dirigido a la extracción adecuada de leña para uso doméstico, y la siembra de especies productoras de leña en traspatio, en un lapso no mayor a dos años.	No aplica, debido a que no se dará ningún aprovechamiento forestal.
	A083	Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	No se realizará la apertura de bancos de material nuevos.
	A084	Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y	Si bien no existe un plan parcial de desarrollo urbano, la empresa cuenta con sus autorizaciones municipales

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.	para llevar a cabo las actividades mineras.
Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A085	Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la biodiversidad en el área y métodos para su conservación.	No aplica, sin embargo, se realizará la capacitación de trabajadores en materia de conservación.
	A086	Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.	Se prohíbe la introducción de ejemplares exóticos de flora y fauna.
	A087	Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.	La empresa no cuenta con mascotas propias que deban ser regularizadas.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
	A088	La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.	No aplica, sin embargo, en caso de solicitarse se trabajará en conjunto con el municipio en este rubro.
	A089	Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.	No aplica, sin embargo, en caso de solicitarse se trabajará en conjunto con el municipio en este rubro.
	A090	Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.	No aplica, sin embargo, en caso de solicitarse se trabajará en conjunto con la autoridad en este rubro.
	A095	Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.	No aplica, no se requiere aprovechar vegetación forestal.
Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, a través del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SANPEQ), en todas aquellas UGAs decretadas como ANPs o consideradas para ser decretadas con ese carácter,	A102	Se informará a los habitantes de la región en materia de educación ambiental por proyectos prioritarios, al menos una vez cada seis meses, en un lapso no mayor de un año.	Minera La Negra cuenta con su Programa de Educación Ambiental Minera (PEAM) el cual prevé la participación de los trabajadores, escuelas y comunidades aledañas a fin de crear una adecuada conciencia ambiental. Las

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
así como en zonas núcleo y áreas prioritarias para la conservación.			principales actividades de este programa de educación ambiental corresponden a campañas de reforestación, retiro de residuos sólidos en el arroyo, limpieza de áreas perimetrales, pláticas de concientización a escuelas, comunidad y trabajadores, seguimiento a la agenda ambiental, etc.
Evitar los impactos ambientales y el deterioro de la vegetación y fauna en zonas aledañas a las comunidades rurales.	A107	Se aplicarán programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas a la captación de agua pluvial, creación de huertos y corrales de traspatio, estufas ahorradoras de leña o estufas solares, composta, letrinas secas, biofiltros, celdas solares, o cualquier otra aplicables, en un plazo no mayor de un año.	No aplica, sin embargo, Minera La Negra cuenta con un biodigestor (fosa bioenzimática) y en proceso se tiene la instalación de una PTAR para la sustitución del biodigestor.
Mantener la calidad de los productos agrícolas y pecuarios generados en el Estado.	A111	Se aplicarán los programas enfocados a la sanidad vegetal, inocuidad agroalimentaria y campañas fitosanitarias en	No aplica, sin embargo, en caso de solicitarse se trabajará en conjunto con la autoridad en este rubro.

Lineamiento	No.	Acción	Vinculación
		cumplimiento de la normatividad vigente, en un lapso no mayor de dos años.	
Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	A113	Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.	Minera La Negra, S.A. de C.V., realizará capacitaciones periódicas en materia de ecología, residuos y conservación del entorno para sus trabajadores.

### III.5.- Normas oficiales mexicanas.

- NOM-003-SEMARNAT-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

El promovente cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales (biodigestor) en el que el agua tratada es reutilizada para riego de áreas verdes.

La PTAR de Minera La Negra, S.A. de C.V., da servicio a las áreas administrativas, comedor y baños generales, reportando para el año 2016 un tratamiento de 27,375 m<sup>3</sup> de agua, con los siguientes parámetros de descarga:

PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	UNIDAD
Temperatura	24.5	°C
Potencial de Hidrógeno (PH)	7.07	pH
Conductividad Eléctrica	3877.5	Otra
Materia Flotante	0	Otra
Grasas y aceites	9.45	mg/l



PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	UNIDAD
Sólidos sedimentables	0.5	mg/l
Sólidos suspendidos totales	56	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	88	mg/l
Nitrógeno total	57.1695	mg/l
Fósforo total	5.413	mg/l
Arsénico	0.0204	mg/l
Cadmio	0.008	mg/l
Cianuros	0.005	mg/l
Cobre	0.1325	mg/l
Cromo	0.05	mg/l
Mercurio	0.0065	mg/l
Níquel	0.05	mg/l
Plomo	0.139	mg/l
Zinc	0.5115	mg/l
Coliformes fecales	3	NMPx100 ml
Huevos de helminto	0.2	h/l

- NOM-045-SEMARNAT-1996

Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Todos los vehículos propiedad de la compañía serán verificados conforme a esta norma oficial mexicana, para corroborar estos valores se cuenta con un Kit llamado “Dragger” que realiza los monitoreos a las unidades comprobando que estén dentro de los valores permitidos.

- NOM-052-SEMARNAT-2005

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos se encuentran clasificados e identificados de acuerdo a los listados de esta norma, sin embargo, en caso de generarse nuevos residuos peligrosos serán identificados y clasificados de la misma manera.

- NOM-059-SEMARNAT-2010

Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental- Especies de flora y fauna silvestres nativas de México. -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-

Si bien no se removerán especies que se encuentren en estos listados, el promovente se compromete a realizar capacitación para los empleados y prohibir la extracción de cualquier individuo de flora y fauna.

- NOM-080-SEMARNAT-1994

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Dentro de las instalaciones de Minera La Negra se realizan análisis de ruido perimetral de acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994, las cuales indican que los niveles sonoros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

- NOM-120-SEMARNAT-2011

Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

Dentro del proyecto no se pretende realizar actividades de exploración, por lo que esta norma para este caso no es aplicable.

- NOM-141-SEMARNAT-2003

Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

Se observará que las piletas de aguas de proceso cumplan con lo que mandata la presente norma oficial mexicana en cuanto a la operación y postoperación, tendiendo como los puntos más relevantes, los siguientes:

- Asegurarse de que no existan derrames e infiltraciones durante el envío del agua de proceso y azolve a la presa a través de los conductos y canales.
- Monitorear constantemente los jales para verificar su contenido.
- Establecer una vida útil de la presa.
- Verificar para la postoperación que no se emitan partículas sólidas a la atmósfera, no se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua y no falle la presa de jales.
- Llevar a cabo los monitoreos pertinentes a los diferentes rubros ambientales para verificar si existe o no movimiento de metales o sustancias tóxicas a estos apartados.

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

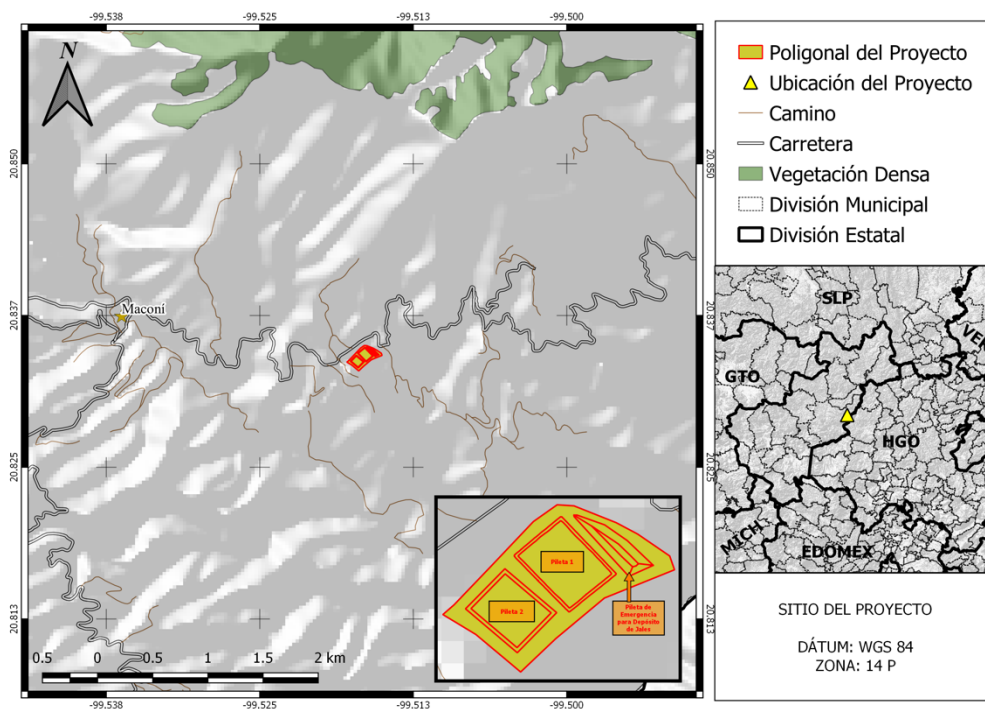
CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	70
IV.1.- Delimitación del área de estudio.....	70
IV.2.- Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	70
IV.2.1. Aspectos abióticos.....	73
□ Clima.....	73
□ Geología y geomorfología.....	77
□ Suelos.....	86
□ Geohidrología e hidrología superficial y subterránea .....	102
IV.2.2. Aspectos bióticos.....	110
□ Vegetación terrestre .....	110
□ Fauna.....	129
IV.2.3. Paisaje.....	146
□ Visibilidad.....	148
□ Contaminación visual.....	149
□ Calidad Paisajística.....	149
□ Fragilidad Paisajística .....	150
□ Frecuencia humana .....	152
IV.2.4. Medio socioeconómico.....	152
□ Demografía.....	152
□ Factores socioculturales .....	156
IV.2.5. Diagnóstico Ambiental .....	163
IV.3.- Referencias.....	170

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**

El presente proyecto cuenta con una ubicación establecida en el municipio de Cadereyta de Montes, en dirección noroeste desde su centro. El centro poblacional más cercano a la obra, Maconí, se ubica a poco menos de un kilómetro hacia el suroeste. El acceso a la mina y a la sección de piletas se hace a través de un camino de terracería que se extiende, sobre diferentes pendientes de oriente a poniente. La ubicación de la obra se muestra a continuación:



**Figura 1. Ubicación del proyecto**

**IV.2.- Caracterización y análisis del sistema ambiental**

Para poder realizar la delimitación del área de estudio (Sistema Ambiental) del presente proyecto se utilizaron los instrumentos de política territorial existentes, para el caso que nos ocupa el principal correspondió al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), publicado en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado en fecha 17 de abril de 2009. Terminado el

proceso de formulación de dicho instrumento de regulación y ordenación territorial, se definieron en total 412 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) cuya numeración sigue un orden general de norte a sur y de noroeste a sureste. Su nomenclatura corresponde a un rasgo geográfico de relevancia para la unidad, como lo pueden ser una localidad o rasgo fisiográfico, así mismo dicho ordenamiento contempla también la regionalización del estado a través del mapa de microcuencas y que para el Estado de Querétaro corresponden a 224 microcuencas.

De manera muy general, las microcuencas se obtuvieron en base a los resultados del análisis de uso actual del territorio, la aptitud sectorial, la delimitación de los polígonos urbanos según los planes de desarrollo urbano municipales y las áreas que resultan ser de atención prioritaria para su conservación debido a que contienen elementos ambientales y procesos ecológicos críticos para el mantenimiento de la integridad funcional de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales.

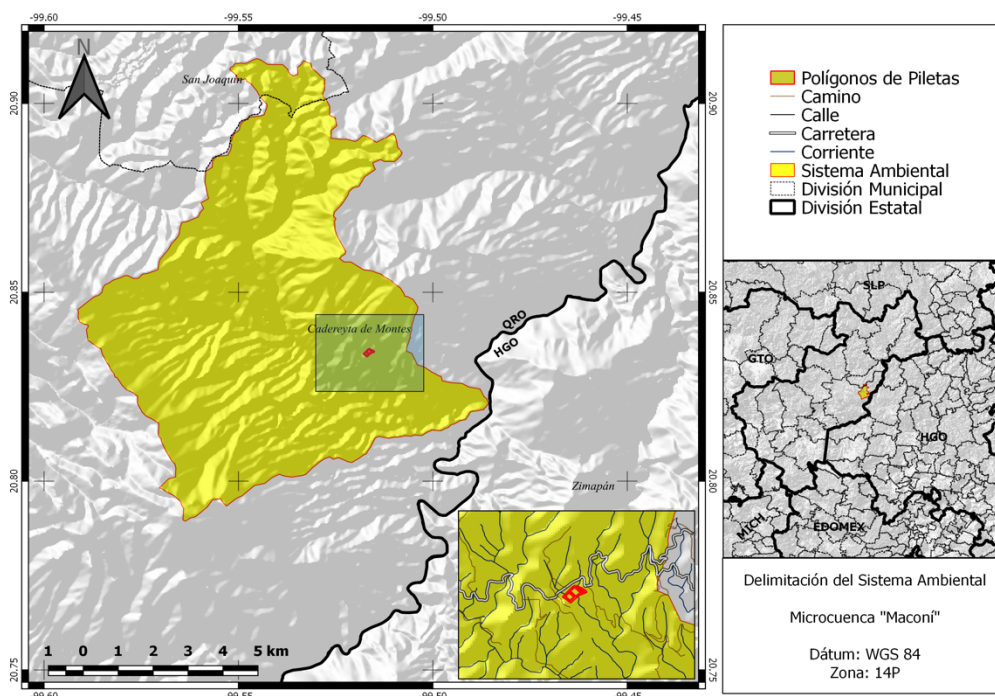
Así mismo, dicho modelo de Ordenamiento Ecológico plasma por Unidad de Gestión Ambiental (UGA), los lineamientos ecológicos que pretenden inducir el uso del suelo y las actividades productivas, de modo que se logre la protección del ambiente así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del área de estudio corresponde al número 99 denominada “*Maconi*”, con una descripción de Área Prioritaria para la Conservación y una vegetación predominante de matorral, así como una superficie de 12,831 hectáreas. Indicando que el proyecto que nos ocupa se ubica en la parte sur de la UGA “*Maconi*”. Por otro lado, la microcuenca también denominada “*Maconi*” cuenta con una superficie de 6,967 hectáreas, se trata de una microcuenca de tipo exorreico y sus escurrimientos fluyen de manera general hacia el punto de salida, a través de una serie de corrientes de tipo intermitente, siendo afluente del río Moctezuma.

La microcuenca “*Maconi*” se caracteriza por estar integrada principalmente de una topografía irregular, prevaleciendo un sistema de montaña, enclavada en el continuo de serranía denominada *Sierra Gorda* convirtiéndose en una estribación de la Sierra Madre Oriental. Este continuo físico caracterizado por una topografía bastante irregular, está constituido de una cadena montañosa que desciende hacia barrancas y cañones que dan forma a la estructura hidrológica de la microcuenca; no se observa la presencia de valles o planicies, por lo que no existe un sistema productivo que tenga como fin el cultivo de granos básicos, la población local aprovecha las pequeñas vegas que se forman sobre el cauce de algunos arroyos para disponer de pequeños espacios para el desarrollo de cultivos

agrícolas de temporal con escasos rendimientos debido a la condición de baja productividad de sus suelos, asimismo la cría de ganado caprino se vuelve una de las principales fuentes de ingreso de la población que ahí reside; hay que destacar que dentro de la microcuenca la principal actividad que se desarrolla es la minería y de manera específica dentro de “Minera La Negra”, que es el estudio que hoy nos ocupa la cual genera empleo para un amplio sector de las comunidades que le rodean; la microcuenca “Maconí” está constituida por un ecosistema donde predomina en las zonas de menor altitud, el matorral submontano de características xerófilas y en las zonas de mayor altitud tiene presencia el bosque de clima templado con una asociación de encino-pino.

En conclusión se ha definido como Área de Estudio/Sistema Ambiental (AE/SA) a la microcuenca “Maconí” derivado de las condiciones particulares (fisiográficas y de diversidad) que comparte con el área del proyecto; así mismo se determinó como Área de Influencia del proyecto (AI) a la porción de superficie que delimita al área del proyecto y que converge en los dos afluentes denominados como arroyo innominados 1 y 2, y que presentan un nivel de corriente 1, para posteriormente unirse al arroyo Nopalito que tiene un nivel de corriente 2, y finalmente juntos se unen al arroyo Maconí.



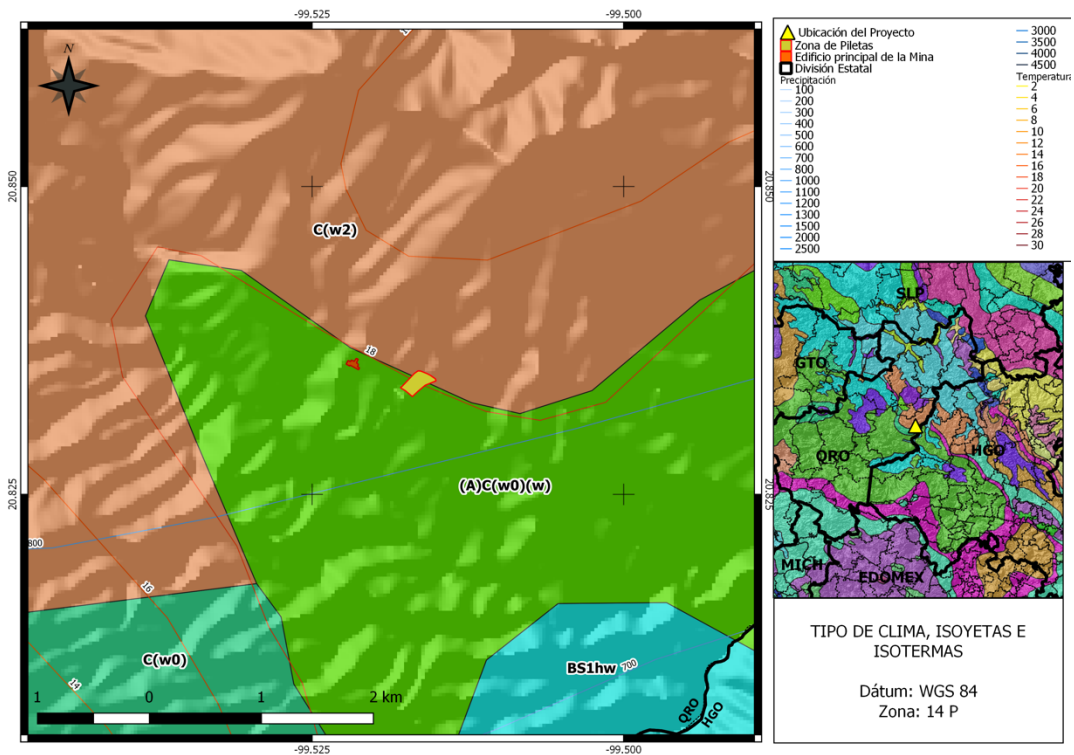
**Figura 2. Delimitación del Sistema ambiental (Microcuenca Maconí) en dónde se realizará la instalación del proyecto.**



**IV.2.1. Aspectos abióticos**

- *Clima*

El Estado de Querétaro presenta 3 tipos de climas generales principales: cálidos y semicálidos en el norte, secos y semisecos en el centro y templados en el sur. Estos climas se hallan condicionados a factores geográficos, principalmente las diferentes altitudes y el papel de barrera orográfica que juega la Sierra Madre Oriental. Ésta no permite el paso de vientos húmedos del Golfo a la vertiente interior de dicha sierra, lo que origina climas secos y semisecos en el centro de la entidad.



**Figura 3.3. Clima del sitio del proyecto**

*Tipo de clima*

El clima seco y semiseco del centro (BS), se presentan en terrenos rodeados de sierras, mesetas y lomeríos que impiden el paso de los vientos húmedos del Golfo y la Mesa del Centro. Son zonas con un índice bajo de precipitación lo que provoca una oscilación térmica de 7° a 14 °C, que determina

el carácter extremo de estos climas. En esta porción del territorio queretano se presentan algunas variantes climáticas como son los tipos semiseco semicálido (BSW1), para algunas localidades de los municipios de Querétaro, Villa Corregidora, El Marqués y en la colindancia del municipio de Peñamiller con el estado de Guanajuato; semiseco templado (BS1kw), para algunas localidades de los municipios de Ezequiel Montes, Cadereyta (municipio donde se ubica el proyecto), Tequisquiapan, San Juan del Río; seco semicálido (BS0hw), para algunas localidades de los municipios de Peñamiller y Tolimán.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García (García, 1964), y según la carta estatal de climas 1:500,000 del INEGI, la microcuenca “*Maconí*” comprende cinco tipos de clima, siendo el principal tipo de clima el semicálido subhúmedo con el 32% de la superficie, seguido por el semicálido seco con el 29% y que corresponde también sitio del proyecto, a continuación se hace una descripción de cada uno de los tipos de clima identificados en el Sistema Ambiental:

1. El clima semicálido subhúmedo de tipo (A)C(w<sub>0</sub>)(w) Corresponde al Grupo de climas Templados (C), Subgrupo de Climas semicálidos (A)C Tipo Semicálido subhúmedo con lluvias en verano abarca el 31.6% de la UGA y con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 en la parte alta de cuenca por otro lado en la parte baja de la cuenca predomina el clima C(w<sub>0</sub>)(w) templado subhúmedo con lluvias en verano considerado el más seco de los templados con un cociente precipitación/ temperatura < 43.2 y un porcentaje de lluvia media anual menor a 5. El sitio del proyecto en mención se encuentra en la zona de transición entre este clima y el templado subhúmedo C(w<sub>2</sub>).
2. El clima semiseco seco BS1hw abarca casi el 30% de la UGA y corresponde a un clima seco cuya característica principal es que la evaporación excede a la precipitación. Corresponde a un clima Semiárido, semicálido, con temperatura media anual mayor de 18°C, la temperatura del mes más frío menor de 18°C, la temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
3. El clima templado seco tipo BS1Kw(w) abarca el 21% de la UGA y corresponde a un clima Semiárido, templado, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

4. El clima templado subhúmedo C(w<sub>2</sub>) abarca el 10% de la UGA y corresponde a un clima Templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y la temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual. El sitio del proyecto en mención se encuentra en la zona de transición entre este clima y el semicálido subhúmedo de tipo (A)C(w<sub>0</sub>)(w).
5. El clima de tipo templado subhúmedo C(w<sub>0</sub>) abarca el 8.5% de la UGA y Corresponde a un clima Templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y la temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.

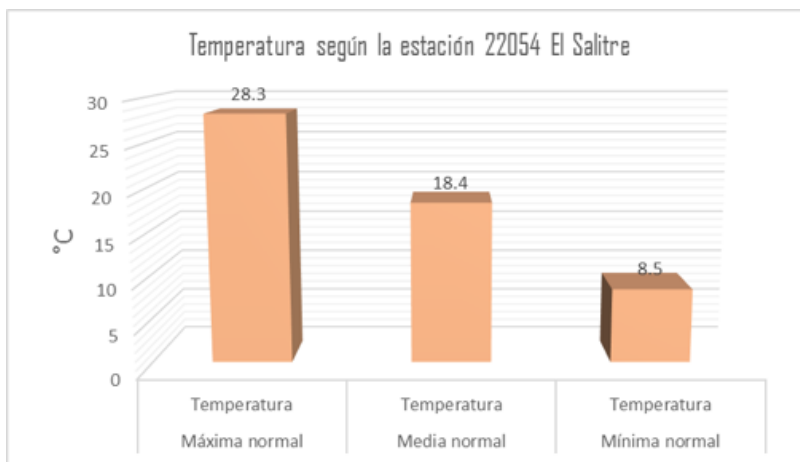
*Temperatura y precipitación*

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1. **Estación meteorológica próxima al proyecto**

<i>Estación</i>	<b>Estado</b>	<b>Operador</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
<i>22054- El Salitre</i>	Querétaro	CONAGUA-DGE	20°43'09'' N	99°41'33'' W	1,981.0 MSNM

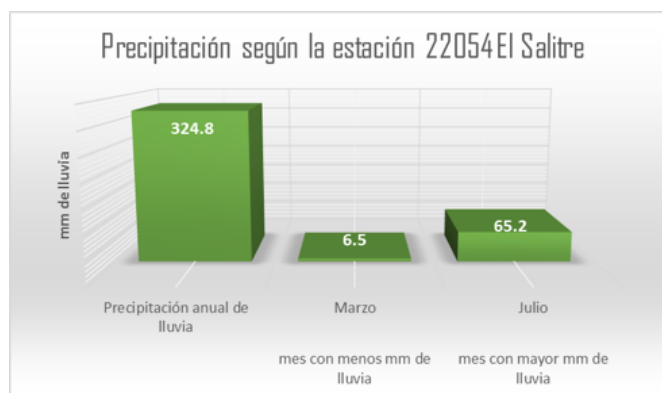
Los datos citados para estos parámetros fueron tomados del Servicio Meteorológico Nacional de la estación 22054 “El Salitre” que está situada aproximadamente a 21.83 km de distancia de la zona del sitio.

De acuerdo a la base de datos, la temperatura media normal anual es de 18.4° C, siendo Enero y Diciembre registrando con 17.3°C, los meses más fríos. Junio con 19.5 °C y Julio con 19.4°C fueron los más cálidos. La temperatura máxima normal es de 28.3 °C y la mínima promedio anual de 8.5 °C. (Servicio Meteorológico Nacional, 2010)



**Figura 4. Temperaturas registradas en el sitio del proyecto.**

La precipitación registrada por la estación 22054 “El Salitre” perteneciente al municipio de Cadereyta de Montes una distancia de 21.83 km del área del proyecto; es de 324.8 mm de agua en promedio anualmente, siendo los mes de Marzo con la menor de agua precipitada con 6.5 mm. Por otro lado el mes de Julio es el mes donde más se presentan lluvias con 65.2 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2010).



**Figura 5. Precipitaciones registradas en el sitio del proyecto**

*Fenómenos climatológicos extremos*

*Nubosidad e insolación*

Los datos de la nubosidad e insolación se obtuvieron de la base de datos de la estación meteorológica 22054 *El Salitre* en donde se determinó que en promedio anual, se presentan 0.3 días de niebla en la zona de estudio siendo el mes de Julio con la frecuencia mayor, 0.2, seguido de Agosto, con 0.1. (Servicio Meteorológico Nacional, 2010)

#### *Granizo*

De acuerdo a base de datos de la estación meteorológica 22054, en la zona de estudio con registros en el periodo comprendido desde 1981-2010, solamente se presentó 0.1 días en el mes de Noviembre (Servicio Meteorológico Nacional, 2010).

#### *Heladas*

Este fenómeno meteorológico natural en la zona de estudio, de acuerdo a la estación 1030, desde el año de 1981 no se ha presentado temperaturas de  $-4.5^{\circ}\text{C}$ , por lo que se deduce que no hay riesgo alto actualmente de presentarse bajas temperaturas (Servicio Meteorológico Nacional, 2010).

#### *Tormentas eléctricas*

De acuerdo a la base de datos de la estación meteorológica 22054 *El Salitre*, en la zona de estudio con estudios y registros en el periodo comprendido desde 1981-2010, se presentan 1.9 días anualmente de este fenómeno natural (Servicio Meteorológico Nacional, 2010).

- *Geología y geomorfología*

#### *Geología regional, local y del proyecto*

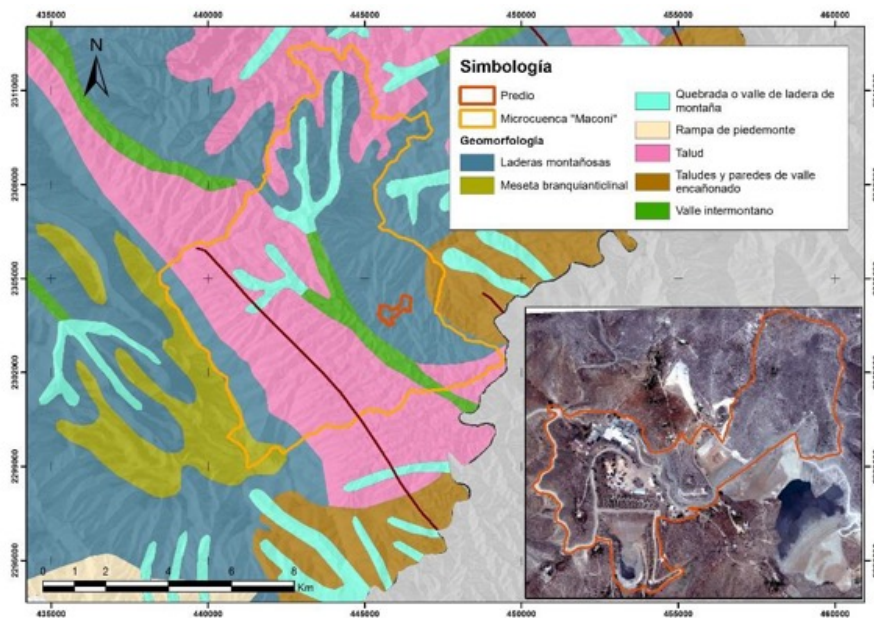
##### *Geología regional*

El municipio de Cadereyta de Montes se puede subdividir en dos porciones, la noreste que fisiográficamente está dentro de la Sierra Madre Oriental y la suroeste dentro del Eje Neovolcánico; geológicamente se encuentran en las provincias de Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas y Faja Volcánica Transmexicana respectivamente (Ortega Gutiérrez F., 1991). En términos de tectónica el área está en el terreno tectonoestratigráfico de la Sierra Madre (Campa y Coney, 1983).

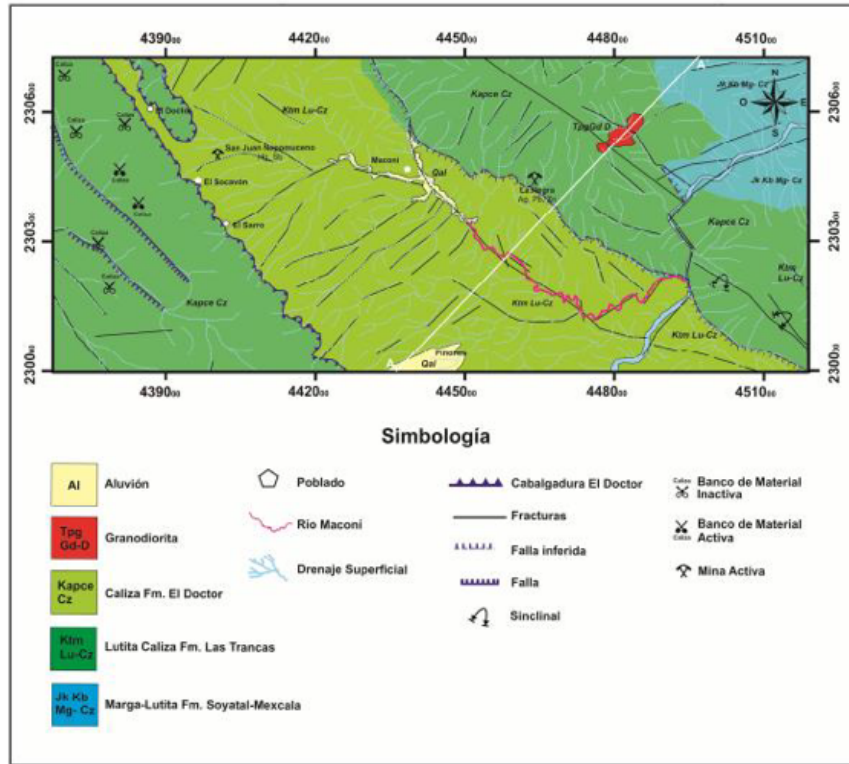
La columna estratigráfica de la región se caracteriza porque en su base se depositaron rocas volcanoclásticas de composición riolítica y andesítica, intercaladas en su cima con lutita y caliza neríticas de edad Jurásica Superior denominadas Formación *Las Trancas*, una transgresión marina

del Cretácico Inferior que cubre los últimos elementos positivos y se desborda sobre la porción occidental de México (Fries, C., Jr., 1960), desarrolla concordantemente una franja arrecifal de plataforma, denominada Formación *El Doctor* de edad Albiano-Cenomaniano, la cual tiene espesores que van de 1,500 m a 2,000 m, en la cual se reconocen las facies de interior y borde de plataforma (facies Cerro Ladrón), la facies de talud (facies Socavón) y las facies de cuenca (*La Negra* y *San Joaquín*) (Fries, C., Jr., 1960).

En el inicio del Cretácico Superior cambia de manera drástica el régimen de sedimentación en el oriente de México, con el aporte de sedimentos detríticos provenientes del occidente, en donde tenía lugar un levantamiento asociado a la actividad volcánica y plutónica. Durante ésta época los mares se retiraron paulatinamente hacia el oriente (Morán Zenteno, 2007). Sobre la Formación *El Doctor*, se depositó concordantemente una secuencia marina rítmica tipo *flysch* del Cretácico Superior, consistente de lutita amarilla que alterna con marga y caliza micrítica de color negro, la cual se denomina *Formación Soyatal*, correlacionada también a la interpreta que la secuencia se depositó en un ambiente cercano a la costa (nerítico) con abundante aporte de terrígenos, su localidad tipo es al sur de México (SGM, 2004).



**Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6. Geomorfología de la microcuena *Maconi*.**



**Figura 7. Geología de Maconí, Cadereyta de Montes**

*Geología Local*

Formación Las Trancas (Js Lu Pz)

Definida en 1956 por Segerstrom, en la base presenta grauvacas interestratificadas con lutitas, en la parte media lutitas con escasas intercalaciones de caliza y en la cima afloran calizas con horizontes fosilíferos de amonitas que ésta formación, en otras áreas, es una secuencia por rocas clásticas y piroclásticas, intercaladas con lavas andesíticas. (Carrillo y Sutter, 1982), reportan 800 m de espesor, aunque otros autores reportan hasta 1,000 m.

Su posición estratigráfica, subyace en forma transicional y concordante a las facies *San Joaquín* y *La Negra*, de la Formación *El Doctor* (Carrillo y Sutter, 1982), en otras áreas del estado (municipio de Colón) subyace como discordancia angular.

En cuanto a la edad Segerstrom, en base a amonitas del género *Paradontoceras*, la asignan al Portlandiano medio y superior. De la misma manera por los fósiles que en estos sedimentos, (Carrillo y Sutter 1982), le han asignado una edad del Kimmerigdiano al Barremiano.

#### Formación El Doctor (Ki Lu Cz)

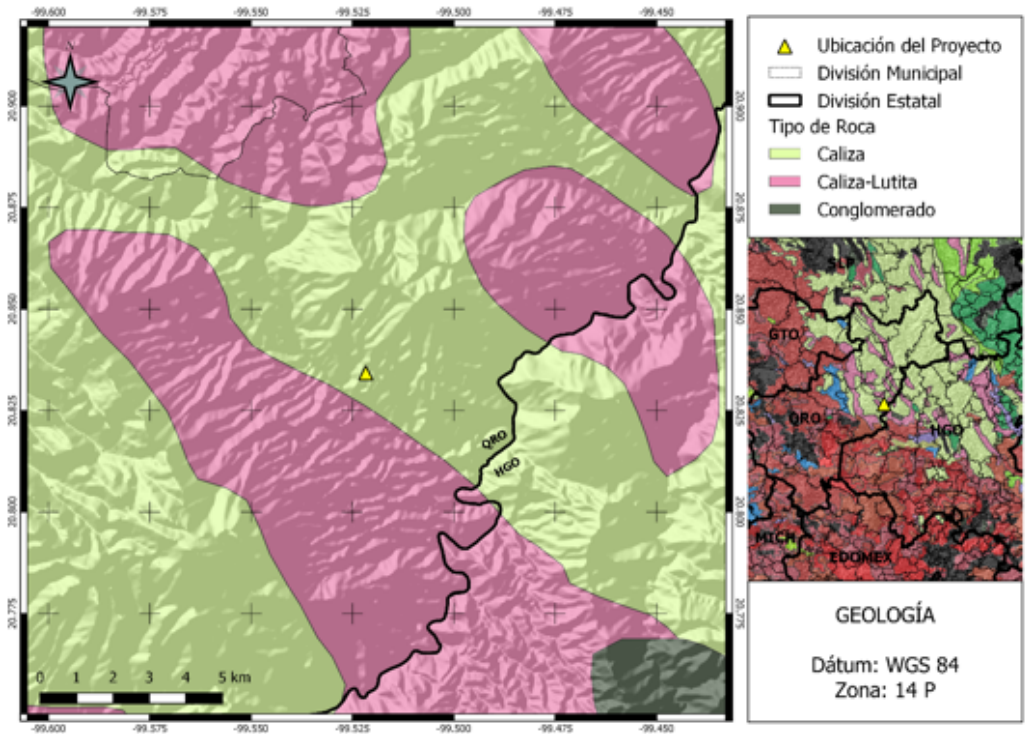
Aflora ampliamente en el municipio, siguiendo las franjas NW-SE, que forman La Cabalgadura *El Doctor*, el Anticlinorio El Piñón y el Sinclinal, El Aguacate (Figuras xx y xxx). En esta formación se distinguen cuatro facies (Wilson et al, 1955).

- I. Facie *Cerro Ladrón* - constituida de calizas masivas arrecifales de color gris (por procesos de metamorfismo regional) que ocupa la parte central del bioherma. En esta unidad se desarrolla la explotación de mármol y carbonato de calcio.
- II. Facie *Socavón* - depositada del lado pre-arrecifal consiste de calizas clásticas constituidas por calcarenita y conglomerado calcáreo de estratificación gruesa.
- III. Facie *San Joaquín* - se compone de caliza de cuenca color gris oscuro con textura mudstone-wackestone, estructuras tabulares de estratificación gruesa con nódulos de pedernal negro.
- IV. Facie *La Negra* - es la que ocupa mayor extensión en el área compuesta de caliza gris oscuro con textura mudstone a wackestone, de estratificación delgada con lentes de pedernal negro y láminas de lutita rojiza que se depositaron en la parte profunda de la zona nerítica.

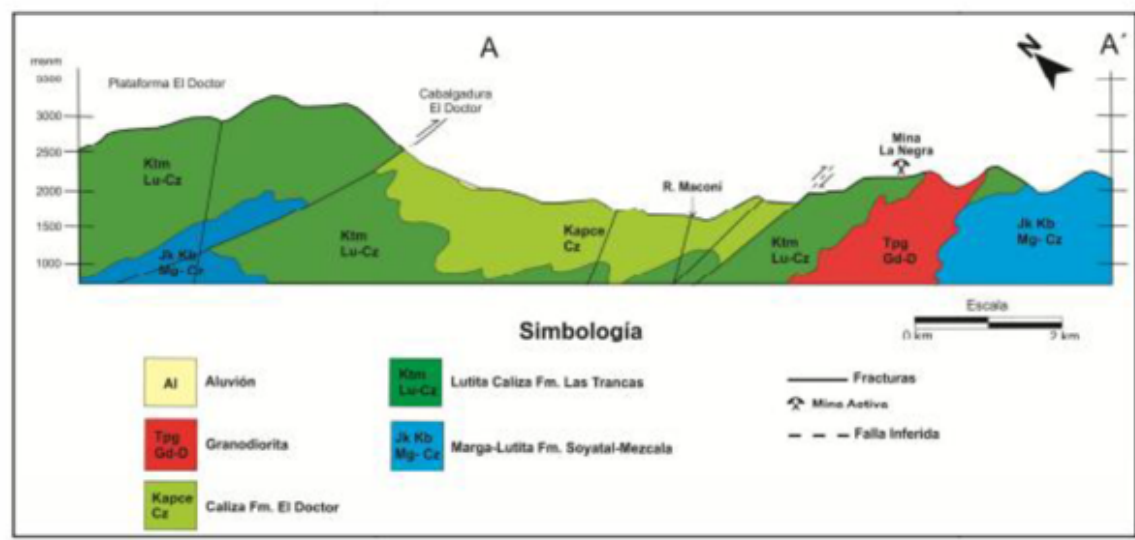
La Formación *El Doctor* sobreyace concordantemente y por cabalgadura a la Formación *Las Trancas*, del Jurásico Superior, y subyace concordantemente a la Formación *Soyatal-Mexcala*. Wilson *et al.* (1955), asigna a esta formación un espesor total de 1,500 m.; Barrios *et al* (1997) menciona desniveles de hasta 950 m.

En la facie *Cerro Ladrón* se desarrolla la explotación de mármol, carbonato de calcio y fosforita; la facie *San Joaquín* en donde se encuentran emplazadas la mayoría de las minas de mercurio y, la facie *La Negra* se considera la más importante por ser la encajonante de los yacimientos polimetálicos (Ag, Pb, Zn, Cu, Au, Sb y Hg) (SGM, 1997).





**Figura 8. Geología del sitio según datos vectoriales de INEGI (2004).**



**Figura 9. Sección geológica A-A de las rocas donde se desarrolla el Río Maconí (Modificado de SGM, 1998).**

### *Geología de la zona del proyecto.*

La zona donde se realizará el proyecto está sobre una acumulación de jales mineros estabilizados y adecuados para la construcción de estas piletas, lo que nos hace basarnos en las referencias anteriores para determinar la composición geológica de la zona del proyecto.

### *Características geomorfológicas, topografía y de relieve*

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia denominada *Sierra Madre Oriental*, en su borde occidental. El relieve del área es montañoso accidentado, formado por grandes sierras orientadas noreste-sureste, las cuales están constituidas por rocas calco-arcillosas. La elevación máxima (*Cerro del Espolón*), es de 3,250 m.s.n.m.; y la cota más baja se tiene sobre el Río Moctezuma, con una elevación de 850 m.s.n.m.; destacan los acantilados verticales por fallas. (*Cárdenas, 1992*).

Geomorfológicamente la provincia corresponde al tipo de sierras plegadas, así que presenta una topografía abrupta y arroyos profundos. Las geoformas están controladas principalmente por rocas calcáreas y arcillosas, las primeras dan origen a relieves fuertes con drenaje paralelo, ocupan las partes topográficas altas, las rocas arcillosas originan relieves suaves con drenaje de tipo dendrítico a su dendrítico, formando bajos topográficos. (*Cárdenas, 1992*).

Las principales unidades fisiográficas son la parte sur de la *Sierra Gorda* de Querétaro, el Cañón *Maconí* (formado por el Río Maconí) y el Cañón *Tolimán* (formado por el Río Tolimán), ambos forman parte de la cuenca del río Moctezuma. A nivel local, el pico más alto en la región es de aproximadamente 2700 msnm, mientras que el río Maconí está en 1800 msnm (una diferencia de altura del orden de 900 m). Como referencia, el nivel de acarreo principal de *La Negra* está a 1900 msnm.

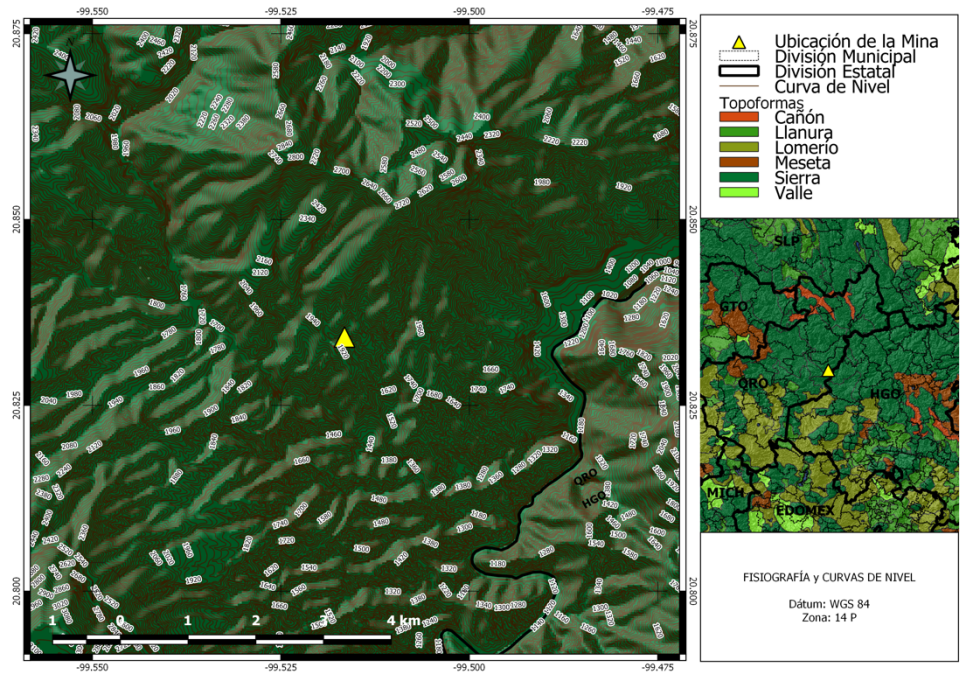
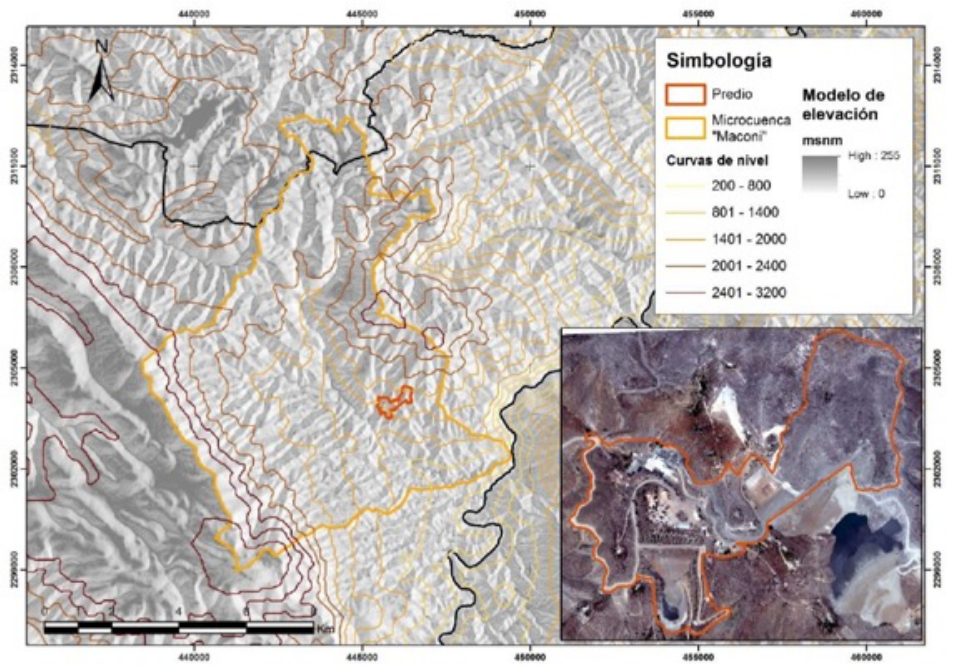


Figura 10. Fisiografía del sitio del proyecto.



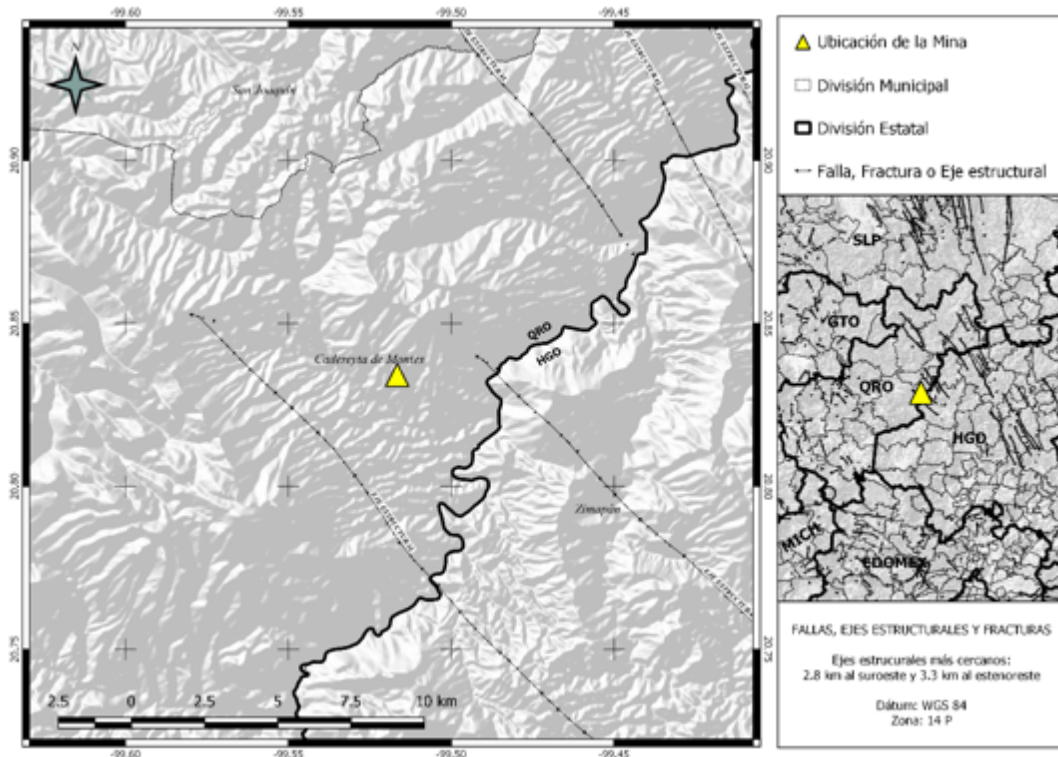
**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**11. Relieve de la microcuenca Maconí y de la zona de piletas.**

*Fallas y fracturas*

Dentro de la superficie del predio propuesto no se identificó ningún tipo de falla geológica, la más cercana al área del proyecto es una falla inversa que se encuentra al sur. La falla inversa se genera por compresión y tiene movimientos horizontales donde el bloque superior se encuentra por encima del bloque inferior. Ocurre en áreas donde las rocas se comprimen unas contra otras de forma que la corteza rocosa de un área ocupa menos espacio, generando un área expuesta de la falla llamada saliente.

El fracturación corresponde a una pérdida de la continuidad entre dos partes del cuerpo rocoso. Además implica la generación de una grieta y su propagación hasta que se presente la falla general o que se alcance un nuevo estado de equilibrio. En el área de estudio no se identifican fallas o fracturas.

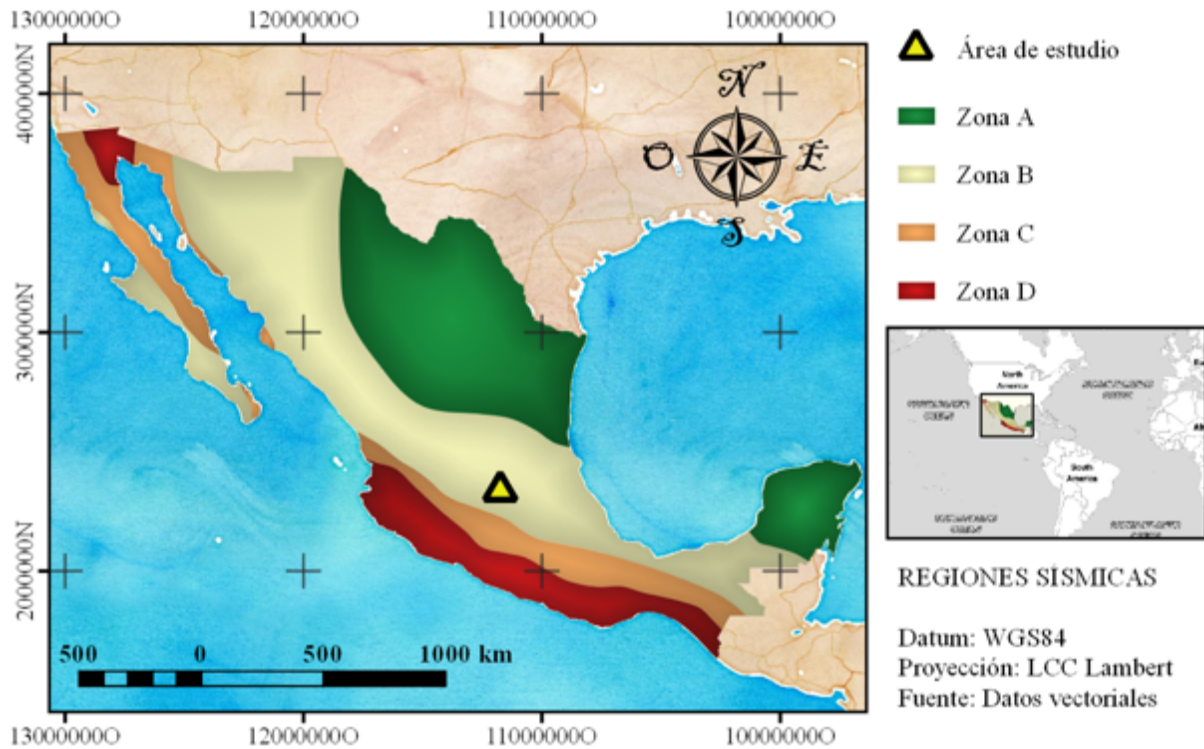
Con referencia a los ejes estructurales, descritos como las líneas generadoras de pliegues de corteza, el proyecto se encuentra entre dos formaciones de este tipo, ubicados a más de 2.5 km hacia el suroeste y noreste.



**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..12. **Fallas, fracturas y ejes estructurales presentes en las cercanías del proyecto.**

*Sismicidad*

La región sísmica que comprende la zona de estudio, así como todo el estado es denominada *Zona B* (figura 4.9). Esta zona se caracteriza por presentar sismos de menor frecuencia y una aceleración del terreno menor al 70% de gravedad, lo que representan un peligro bajo para sus habitantes (SGM, 2015).



**Figura 13. Zonas sísmicas y ubicación del proyecto**

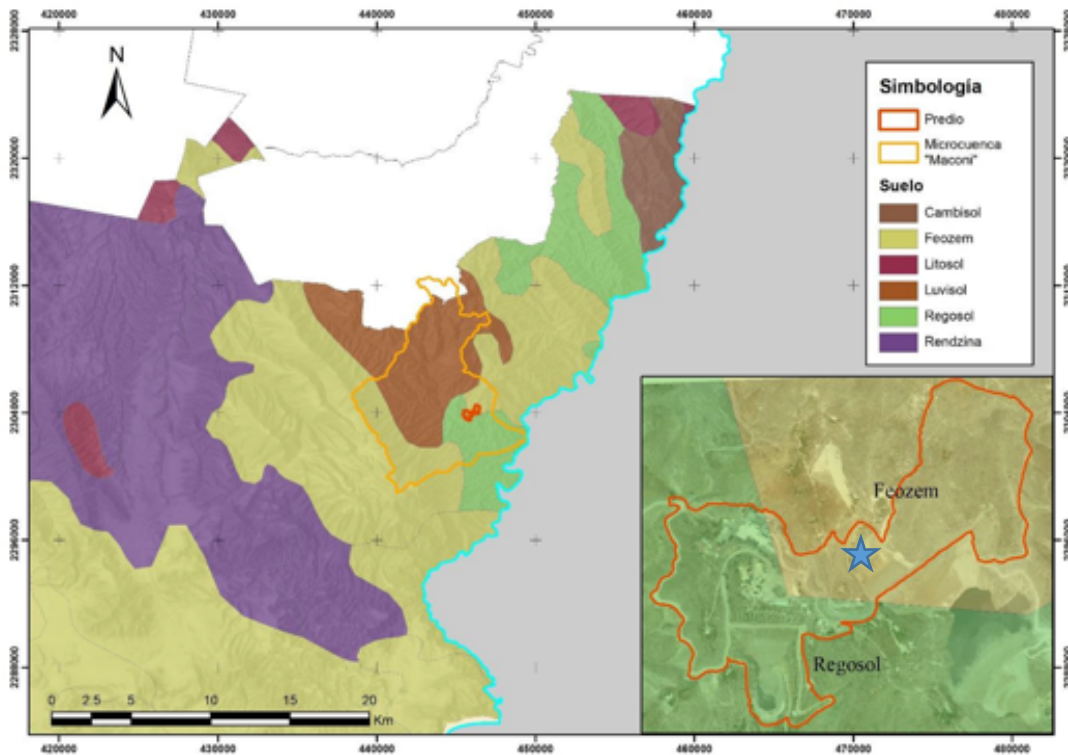
- *Suelos*

Para la definición de esta característica abiótica del Sistema Ambiental, que para este caso corresponde a la microcuenca “*Maconí*”, existe una gran variedad de suelos debido a la diversidad de condiciones de la topografía, clima y tipos de roca presentes en la misma; de manera general se presentan asociaciones de suelos, la relevancia, por área, de los suelos (o asociaciones de suelos) que ocupan esta superficie son:

- I. Asociación (la de mayor extensión) de las unidades de suelo  $Rc+I+E/2$ . La unidad primaria corresponde a *Regosol Calcárico (Rc)* asociado con *Litosol (I)* y *Rendzina (E)* de clase textural media (2). Esta asociación de suelos se encuentra ocupando una superficie de 3,404 hectáreas y se localiza principalmente hacia el centro y sur de la microcuenca.
- II. Asociación de suelos  $Lc+Bc+Af/3$ : *Luvisol Crómico (Lc)* como unidad primaria, asociada con *Cambisol Crómico (Bc)*, como unidad secundaria, y se suma a esta unidad el *Acrisol Férrico (Af)*. Este conjunto mantiene una textura fina y está ocupando una superficie de 2,217

hectáreas. La distribución de estos suelos se encuentra principalmente al norte y poniente de la microcuenca.

- III. Asociación *I+E/2*, constituida por *Litosol (I)* en conjunto con *Rendzina (E)*, manifestando una textura media (2). Esta asociación tiene presencia al poniente de la microcuenca y se encuentra ocupando una superficie de 1,203 hectáreas.
- IV. Asociación *Lc+HI/3*, constituida por *Luvisol Crómico (Lc)* sumado a *Feozem Lúvico (HI)*, de clase textural fina (3). Se localiza en una pequeña zona hacia el surponiente de la microcuenca y ocupa una superficie de 143 hectáreas.



**Figura 14. Tipo de suelo en la microcuenca “Maconi” y en el proyecto.**

*Descripción de unidades de suelo*

Las características de las unidades individuales de suelo, por otra parte, se describen de forma específica a continuación:

### Feozem o Phaeozem (H)

(Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra - literalmente, *tierra parda*). Se encuentran en diversas condiciones de clima y de topografía, presentan una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes semejante a las capas superficiales de los *Chernozems* y *Castañoszems*, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan éstos dos suelos.

### Regosol (R)

Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con *Litosoles* y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

### Luvisol (L)

Del latín *luvi/luo*: lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presenten tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión

### Cambisol (B)

Del latín *cambiare*: cambiar, literalmente *suelo que cambia*. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, hierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus



rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentra el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

#### *Acrisol (A)*

Del latín *acris*: agrio, ácido; y *solum*: suelo. Literalmente, suelo ácido. Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas como las sierras, en condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, muy ácida y pobres en nutrientes. En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo en los frutales tropicales se obtienen rendimientos de medios a altos. También se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

#### *Litosol (L)*

Su nombre significa literalmente *suelo de piedra*, se encuentran en una gran variedad de climas y con muy diversos tipos de vegetación; se caracteriza por tener una capa superficial menor de 10 cm de profundidad y están limitados por roca, tepetate o caliche duro, son de color gris muy oscuro o negro, su contenido de calcio y magnesio es alto y bajo el de potasio, son de textura arcillo arenoso y soportan por lo general matorral crasicaule, por lo que su contenido de materia orgánica va de moderada a pobre y en cuanto a la susceptibilidad a la erosión son muy variables, ya que dependen de otros factores ambientales; están asociados con suelos de color oscuro y de textura media como: *feozem* y *vertisol*.

#### *Rendzinas (E)*

Son suelos de poco espesor, pedregosos, fácilmente erosionables y de topografía cerril a montañosa, se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal.

### *Caracterización edáfica de la microcuenca*

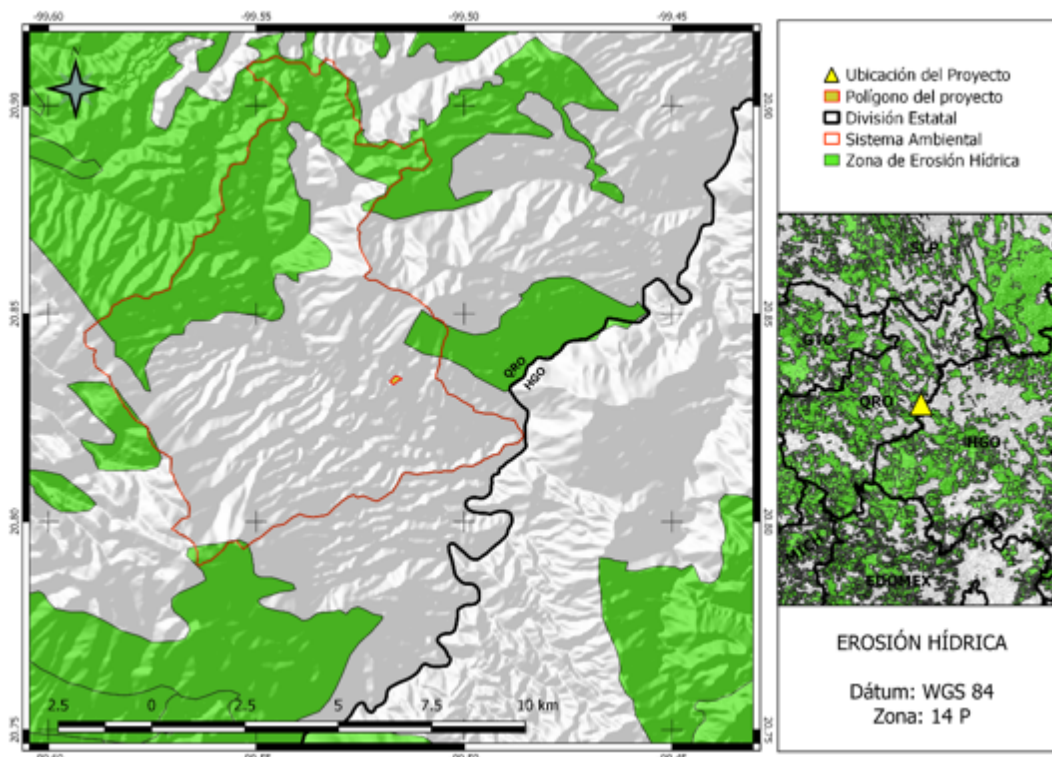
En el 67% de la superficie de la microcuenca tenemos presencia de suelo someros como el *Regosol* y *Litosol*, estos suelos son susceptibles tanto a la erosión hídrica como eólica, debido a que son muy ligeros resaltando la poca profundidad que tienen incluso en algunos casos se integran con el intemperismo de la roca.

A nivel de microcuenca tenemos una diferencia amplia en las profundidades de los suelos ya que se tiene presencia de suelos de tipo *Luvisol* como unidad primaria que están ocupando el 33% de la superficie de la microcuenca y que los vamos a encontrar en las zonas de mayor altitud en las cuales se desarrolla principalmente bosque de clima templado, estos suelos son los que presentan las mayores profundidades (más de 1 metro) en la microcuenca teniendo desarrollados todos los horizontes, así tenemos presencia de un horizonte tipo A constituido con un mayor porcentaje de materia orgánica que se deriva de la presencia del bosque de clima templado, es de color oscuro, seguido de un horizonte tipo B con un porcentaje importante de arcilla donde se observa un desarrollo edáfico, de color más claro que el anterior; finalmente la capa más profunda está constituida por un horizonte tipo C el cual contiene material original sin desarrollo de estructura edáfica

Los suelos de tipo *Regosol* y *Litosol* en esta topografía accidentada se pueden considerar que son suelos con baja productividad, las actividades agrícolas están prácticamente ausentes, pero en su lugar gracias a la estructura geológica que sostiene a estos suelos se desarrolla una amplia actividad minera.

#### *Degradación y erosión de suelos en el área de influencia del proyecto*

De acuerdo al mapa de Erosión actual (SEDESU Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Querétaro), en la mayor parte del espacio que abarca la microcuenca, se pueden llegar a tener pérdidas de suelo que se encuentran en un rango que va desde las 50 ton/ha/año hasta más de 500 ton/ha/año, esta condición se presenta principalmente debido a que en la mayor superficie de la microcuenca se tienen suelos con una capa muy ligera y susceptibles a la erosión, pero sobre todo porque la microcuenca se ubica en una zona con una topografía bastante accidentada, con zonas escarpadas y de fuertes pendientes que hace a estos suelos mayormente susceptibles a los eventos erosivos. Solamente en aquellas áreas que se encuentran cubiertas de bosque de clima templado se puede observar una erosión ligera dentro de un rango que va de 0 a 10 ton/ha/año.



**Figura 15. Erosión en el Sistema Ambiental y en el proyecto.**

La estimación de los procesos erosivos dentro de la microcuenca se describe a continuación:

- I. Erosión Hídrica: Se emplea el modelo presentado por el Dr. Mario Martínez Méndez a partir de trabajos desarrollados para SAGARPA, INCA RURAL y el Colegio de Posgraduados Chapingo. Para estimar la erosión de los suelos se utiliza la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) es:

$$E = RK(LS)CP$$

Donde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

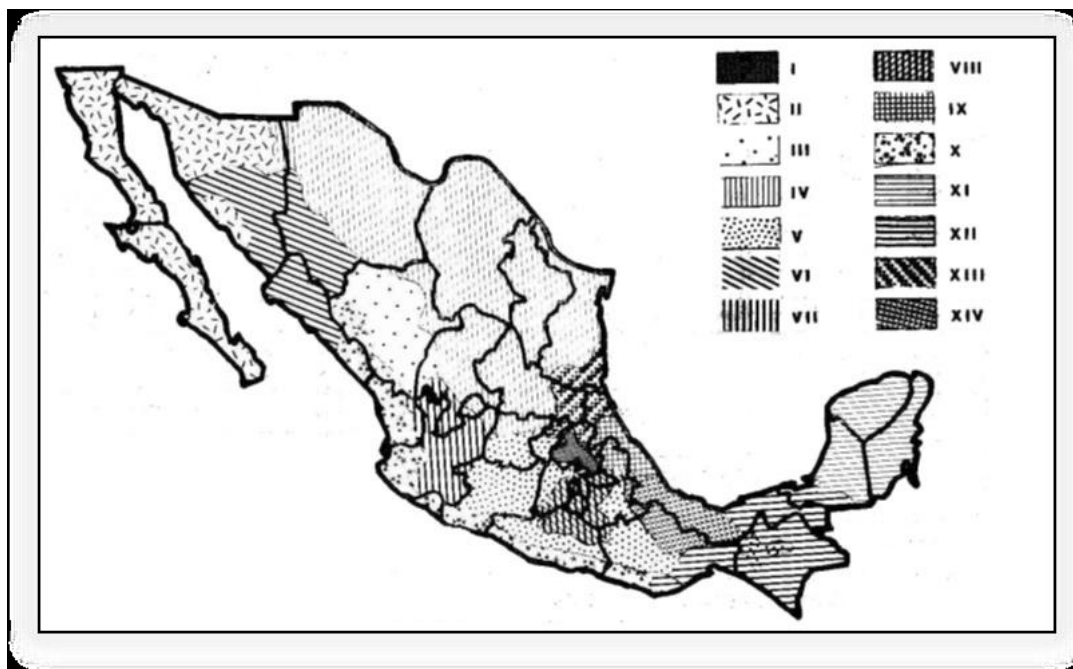
C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial (factores considerados como inmodificables) se estima como:

$$E_p = RK(LS)$$

Dentro de la metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. La erosividad (R) se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio. (Se tomó la precipitación media anual estimada en 886.24 mm resultante de la ponderación realizada para la precipitación media anual de las estaciones *El Doctor 22005* y *San Joaquín 22016*). Posteriormente se seleccionó la región bajo estudio en el mapa de la República (donde existen 14 regiones). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.



**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..16. **Mapa de erosividad de la República Mexicana**

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2. **Ecuaciones aplicables por regiones del país para el cálculo de erosividad (R).**

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Para estimar el valor de la erosividad (R) para la microcuenca se aplica la ecuación X (diez). La ecuación de estimación para la erosividad pluvial sería entonces:

$$R = 6.8938 P + 0.000442 P^2$$

$$R = 6.8938 (886.24) + 0.000442 (886.24)^2$$

$$R = 6109.5613 + 347.1562$$

$$R = \underline{6456.7175 \text{ Mj/ha mm/hr}}$$

Para determinar la ecuación de Erosionabilidad, a través de los datos de textura de suelo y contenido de materia orgánica, se estima con base en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Datos para calcular la Erosionabilidad (K).**

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Para el caso que nos ocupa, tenemos suelos arcillo-arenosos, clasificándose con un % de materia orgánica del 0.5 al 2.0; esta clasificación se hace considerando que los suelos de tipo *Luvisol* (unidad primaria) tienen alto contenido de arcillas y presentan un horizonte superficial con gran contenido de materia orgánica siendo suelos muy arcillosos, pero por otro lado tenemos a los suelos de tipo *Regosol* y *Litosol* (unidad primaria) con textura arcillo arenosa y su contenido de materia orgánica va de moderada a pobre.

$$K = 0.013$$

Para la determinación de la longitud y grado de pendiente (LS), la pendiente se estima como:

$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Dónde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Ha = Altura de la parte alta del terreno (m).

Hb = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Para obtener la pendiente media de la microcuenca se obtuvo la diferencia de altitud entre el punto más bajo y el de mayor altitud, esta diferencia se divide entre la longitud existente entre los dos puntos; se tomó como base el punto más bajo de la microcuenca se encuentra en la zona surorientada a los 1,160 msnm en el punto de salida de los escurrimientos que se producen en la microcuenca y el punto de máxima elevación se ubica en los 3,250 msnm localizado al surponiente en el cerro denominado El Espolón, la longitud entre ambos puntos fue de 8,842 m, conociendo estos datos, podemos estimar entonces una pendiente media de:

$$S = 23.63\%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, el factor LS se calcula como:

$$LS = (\lambda) m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Longitud de la pendiente de 8,842 m

Pendiente media del terreno de 23.63%

LS se calcula como:

$$LS = (8842)0.5 [0.0138 + 0.00965 (23.63)] + 0.00138 (23.63) 2$$

$$LS = (94.03191) (0.2418295 + 0.770560122)$$

$$LS = (94.03191) (1.012389622)$$

$$LS = \underline{95.1969}$$

La Erosión Potencial se determina a partir de:

$$E_P = R K (LS)$$

$$E_P = (6456.7175) (0.013) (95.1969)$$

$$E_P = \underline{7990.57 \text{ ton/ha}^* \text{año}}$$

La erosión potencial indica que se perderían 7,990.57 ton/ha/año en el terreno sin vegetación y sin prácticas de conservación de suelos. Este dato indica entonces que anualmente se perdería una lámina de suelo de 799.057 mm si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

La estimación de la Erosión Actual es determinada también mediante la fórmula  $E = RKLSCP$ . Dentro de la misma, la obtención del valor de C, el factor de vegetación, se verifica a través los datos de nivel de productividad para la estimación de pérdida del suelo. Este factor varía del 0 a 1, y su valor disminuye a medida que aumenta la cobertura vegetal. Para el caso que nos ocupa vamos a obtener el factor C considerando que la microcuenca se encuentra cubierta de vegetación forestal ya que la actividad agrícola prácticamente es nula y la distribución de poblaciones es muy insipiente y bastante dispersa.

De acuerdo a las características de la superficie forestal consideramos que tenemos un bosque natural (es el que más se acerca a las condiciones de vegetación de la microcuenca) se tiene una importante superficie cubierta de bosque de clima templado en las áreas de mayor altitud pero también podemos observar una distribución amplia de matorral submontano, la combinación de estas dos condiciones nos puede generar un nivel de productividad medio considerando que esta superficie se encuentra cubierta de vegetación primaria en su condición original; si bien no se realiza ningún aprovechamiento de manera planificada, la acción antropogénica no ha modificado en gran medida la cobertura vegetativa de origen, pudiendo obtener diversos productos que este tipo de ecosistema



puede generar, por tanto se puede mantener una producción moderada en razón del tipo de ecosistema que se encuentra establecido, correspondiéndole entonces un coeficiente de 0.01.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4. **Datos para determinar la Protección del Suelo (C).**

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maiz	0.54	0.62	0.80
Maiz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maiz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maiz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maiz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Por lo tanto, tenemos que el valor de erosión hídrica es:

$$\text{Erosión hídrica} = E_h = (6456.7175) (0.013) (95.1969) (0.01)$$

$$E_h = \underline{79.90 \text{ ton/ha*año}}$$

Cabe resaltar que el factor P de la formula no se toma en cuenta puesto que no se tiene una evaluación sobre superficies donde se realicen obras o prácticas de conservación de suelos.

- II. Erosión eólica: Se hace la estimación tomando como base la metodología utilizada en el documento de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Valle de México, el cual se basa en los parámetros utilizados por el Manual de Ordenamiento Ecológico SEDUE 1988.

Para el cálculo de la capa erosión laminar eólica expresada en toneladas por hectárea por año ( $E_e$ ), se aplica la siguiente fórmula:

$$E_e = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

Donde:

$E_e$  = Erosión eólica

IAVIE = Índice de agresividad del viento

CATEX = Calificación de textura y fase

CAUSO = Calificación por uso del suelo

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.7660 (\text{PECRE})$$

PECRE: El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo, se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{PREC}) - 0.0000372 (\text{PREC})^2 - 33.1019$$

PREC = Precipitación media anual

Desarrollo:

$$E_e = 160.8252 - 0.7660 (\text{PECRE}) \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 160.8252 - 0.7660 [0.2408 (\text{PREC}) - 0.0000372 (\text{PREC})^2 - 33.1019] \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 160.8252 - 0.7660 [0.2408 (886.24)] - 0.0000372 (886.24)^2 - 33.1019] \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 160.8252 - 0.76600 (213.4065 - 29.2172 - 33.1019) \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 160.8252 - 115.7329 \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 45.0923 \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

Para determinar CATEX se utiliza la siguiente tabla para suelos no calcáreos, que requiere el conocimiento de la textura y fase de suelos de esta clase:

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5. **Valores para suelos no calcáreos**

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.50	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

En este caso tenemos suelos mayoritariamente con textura media (2) y fase gravosa o pedregosa por ser el más abundante dentro de la microcuenca.

$$E_e = 45.0923 \times 0.62 \times \text{CAUSO}$$

$$E_e = 27.9572 \times \text{CAUSO}$$

Para determinar CAUSO se emplea la siguiente tabla:

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6. **Determinación de CAUSO por uso de suelo**

Uso de suelo	Causoe
Agricultura de temporal, Chinampa, Nopalera	0.70
Predio baldío, Sitio de extracción, Zona sin vegetación aparente	0.50
Matorral, Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Pastizal, Barranca	0.30
Pastizal de alta montaña, Zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, Zona mixta de pastizal y bosque de pino	0.25
Bosque de encino perturbado, Bosque de oyamel perturbado, Bosque de pino perturbado, Bosque inducido, Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino) perturbado, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado	0.21
Agricultura de riego, Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino	0.20
Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino), Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino)	0.16
Zona mixta de matorral con pinar	0.16
Humedal, Zona inundable	0.05
Asentamiento humano, Cuerpo de agua, Infraestructura, Vialidad, Zona de crecimiento urbana, Zona urbana	0

Para determinar este factor, haremos una ponderación para los diferentes tipos de vegetación en la microcuenca ya que tenemos bosque de clima templado con diferentes coberturas y condiciones en una superficie aproximada de 3,700 hectáreas y matorral submontano en una superficie aproximada de 3,267.

Tomaremos el factor para bosque de encino, Bosque de pino perturbado, Bosque mixto de encino-pino (0.21) así también el factor para Matorral, vegetación secundaria (0.30), esta caracterización es la que más se asemeja al tipo de vegetación de la microcuenca.

$$\text{CAUSO} = ((3700 \text{ ha}) (0.21) + (3267 \text{ ha}) (0.30)) = 777 + 980.1 = 1757.1 = 0.2522$$

Por lo tanto,

$$E_e = 27.9572 \times 0.2522$$

$$E_e \text{ (Erosión eólica)} = \underline{7.05 \text{ toneladas/hectárea*año}}$$

- III. Erosión Total: Finalmente, teniendo conocimiento del valor de erosión hídrica y eólica, se puede determinar el valor de erosión total:

$$E_T = E_h + E_e$$

Erosión Total = suma de la erosión hídrica y eólica

$$E_T = 79.90 + 7.05$$

$$\underline{E_T = 86.95 \text{ ton/ha*año}}$$

Por lo tanto, tenemos presencia de una erosión alta de acuerdo a la siguiente clasificación:

**Tabla 7. Clasificación de erosión según los valores de  $E_T$ .**

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/ha*año)
Ligera	Menor de 10
Moderada	de 10 a 50
Alta	de 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

Ahora bien, después de haber obtenido los resultados anteriores, nos damos cuenta que los probables eventos erosivos que se pueden generar dentro de la microcuenca, estarán dados en función del impacto ligero que denota, puesto que se trata de un espacio geográfico que se encuentra totalmente desprovisto de vegetación, por lo que el predio no contribuirá en incrementar estos niveles erosivos puesto que, en este estudio se prevén las medidas para prevenir precisamente esa condición que se

podiera generar por el desarrollo del proyecto, toda vez que las acciones que más pudieran influir en la generación de erosión ya fueron realizadas y no forman parte del presente proyecto, ya que la presente Manifestación de Impacto Ambiental, considera solo la operación de las pilas ya existentes en Minera La Negra.

- *Geohidrología e hidrología superficial y subterránea*

#### *Superficial*

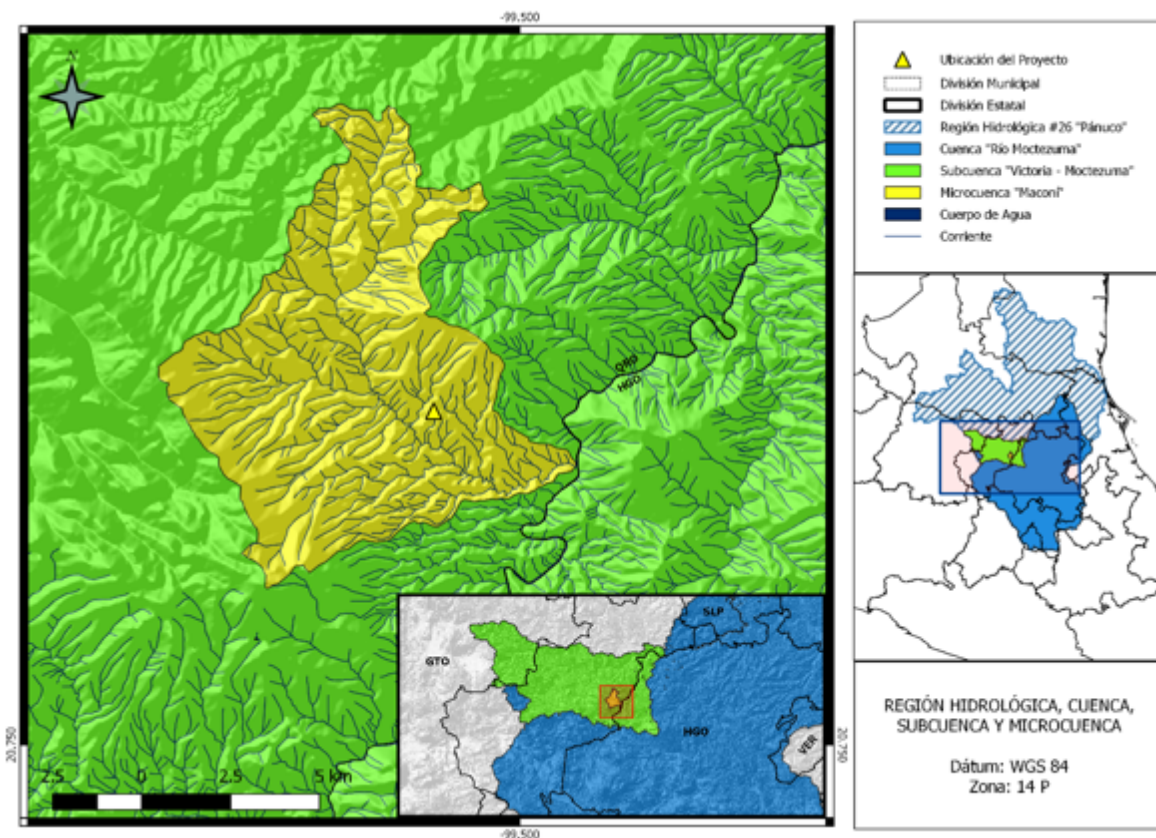
El comportamiento hidrológico del estado de Querétaro, está condicionado al igual que otras regiones del país por sus características topográficas y climáticas, la entidad está caracterizada por tener bajas precipitaciones las que se generan debido a la barrera orográfica que forman las sierras de Pinal de Amoles y El Doctor, las cuales dividen a la entidad en dos vertientes:

La del Golfo de México abarca una mayor superficie en el estado, constituida por parcialidades de las cuencas del río Tamuín y Moctezuma, en la primera confluyen principalmente los ríos Santa María, Ayutla, Jalpan; en la segunda cuenca el río Moctezuma es el más importante.

La vertiente del Pacífico comprende un área menor en la entidad, formando parte de las cuencas de los ríos Lerma y Laja y tiene como afluentes corrientes poco caudalosas como la de los ríos El Pueblito y Querétaro.

El Estado de Querétaro, fluye sus escurrimientos hacia dos regiones hidrológicas, la del Pánuco (RH No. 26) localizada en el norte, centro y sureste ocupando una superficie de 8,816.60 km<sup>2</sup>, y Lerma – Chapala – Santiago (RH No. 12), localizándose al oeste y suroeste con una superficie de 2,453.10 km<sup>2</sup>.

El análisis sobre la caracterización hidrológica de la microcuenca en estudio nos indica que pertenece a la Región Hidrológica No. 26 “Río Pánuco”, forma parte también de la Cuenca denominada “Río Moctezuma” y de la Subcuenca “Victoria- Moctezuma”. A su vez, la división de la subcuenca a la que pertenece, como ya se ha mencionado (y que se referencía con esta para la delimitación del S.A.), es la denominada como microcuenca *Maconí*.



**Figura 17. Localización del proyecto en las delimitaciones de microcuenca, subcuenca, cuenca y región hidrológica.**

Descripción de las Unidades Hidrológicas en orden jerárquico:

La Región Hidrológica “Río Pánuco” (RH26), es una de las más grandes e importantes de nuestro país, pues ocupa el cuarto lugar dentro de la clasificación que se hace por superficie ocupada y el quinto lugar considerando el volumen de escurrimientos, para efectos de control y disponibilidad de sus aguas se ha subdividido en dos, la del “Alto Pánuco” integrada por las subcuencas de los ríos Tula y San Juan del río, mismos que son afluentes del río Moctezuma y el río Amajac; el “Bajo Pánuco” está integrada por los ríos Extóraz, Bajo Amajac, Tempoal, Moctezuma, Tamuin y Pánuco.

La Cuenca Hidrológica del “Río Moctezuma” abarca la mayor parte del Estado de Querétaro comprendida desde la parte central y Sureste, hasta los municipios localizados en la Sierra Gorda, sobre todo en su colindancia con el Estado de Hidalgo; en el estado de Querétaro, esta Cuenca ocupa una superficie de 6,508 km<sup>2</sup>, de la superficie total para el Estado, el río Moctezuma a partir de la

confluencia con el río “San Juan”, sirve de límite natural entre los Estados de Querétaro e Hidalgo, sus principales afluentes en el territorio de Querétaro, son el río Extórax y San Juan, así como los arroyos, Seco, la “D”, Galindo y la “H”.

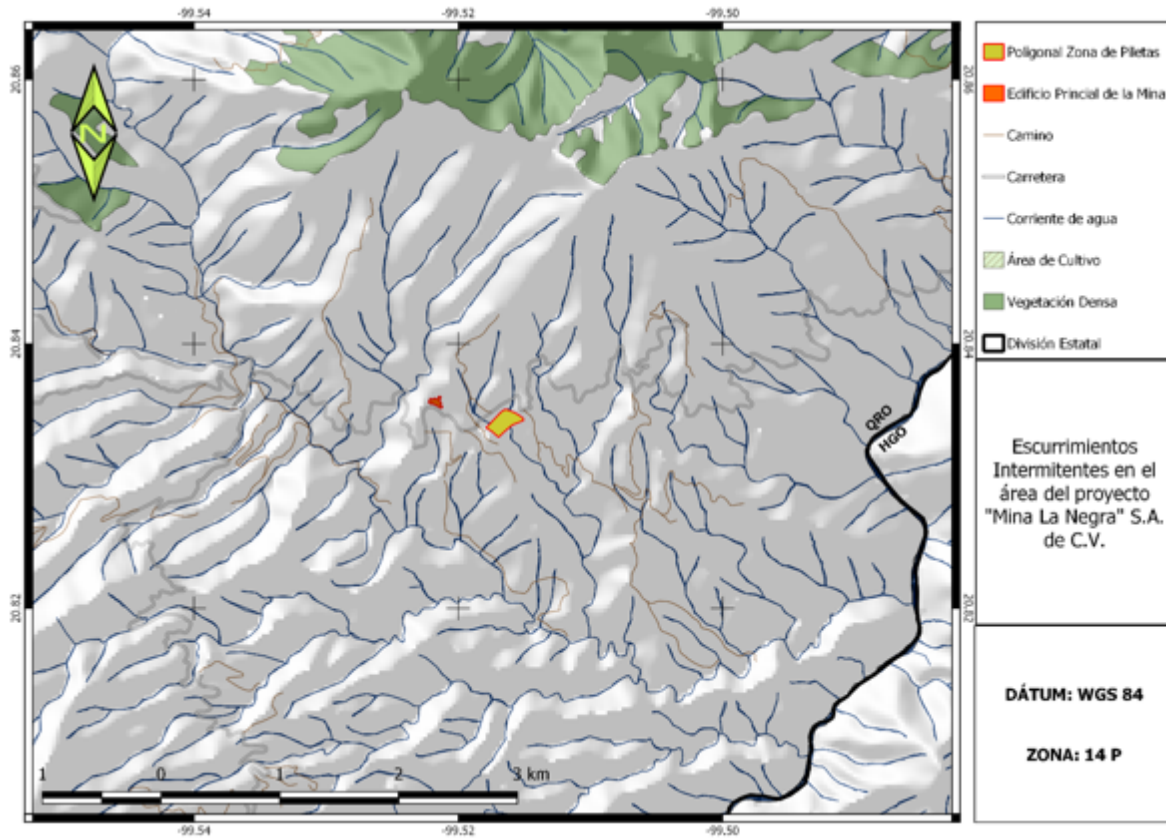
La microcuenca *Maconí* drena hacia la subcuenca del “*Victoria-Moctezuma*”. La microcuenca “*Maconí*” se constituye de 6,967 hectáreas, la microcuenca se encuentra cubierta de vegetación forestal ya que la actividad agrícola prácticamente es nula y la distribución de poblaciones es muy insipiente y bastante dispersa, la actividad preponderante dentro de la microcuenca es la minería, encontrándose uno de los más importantes yacimientos mineros del Estado de Querétaro, se practica también una ganadería extensiva de escaso rendimiento destacando la cría de ganado caprino.

El sistema de drenaje de esta microcuenca es de tipo dendrítico desarrollado, ya que las condiciones topográficas accidentadas que prevalecen dentro de esta superficie, han originado una serie de corrientes hidrológicas que son continuas entre sí, dando origen a corrientes de primero, segundo y tercer orden; todos los escurrimientos que fluyen por los cauces de estas corrientes son afluentes de la corriente principal a la cual se le denomina Arroyo Maconí, este arroyo se constituye como la corriente de mayor importancia de la zona ya que provee de agua a las poblaciones que se encuentran sobre el curso de su cauce por tratarse de una corriente de tipo permanente; los escurrimientos hídricos que fluyen por esta corriente finalmente son interceptados por el “Río Moctezuma”.

Todas las corrientes ubicadas dentro de la microcuenca que drenan hacia el Arroyo “Maconí”, solo conducen agua al momento de la lluvia o durante el temporal lluvioso, es decir se clasifican como corrientes temporales, ya que la misma condición topográfica prevaleciente, hace que el desalojo de los escurrimientos sea muy rápido.

En la siguiente imagen se puede observar la estructura del sistema de drenaje que caracteriza a la microcuenca:





**Figura 18. Hidrología superficial (Corrientes permanentes e intermitentes) de la microcuenca “Maconí”**

Temporalidad y flujo de las corrientes:

De acuerdo a la red hidrológica de la microcuenca “Maconí”, solo el Arroyo también denominado “Maconí”, corresponde a una corriente permanente, el resto de las corrientes son temporales es decir que solo llevan agua durante el evento pluvial o en su caso durante el temporal de lluvias, de acuerdo a la carta topográfica F14C58, estas corrientes se representan con una línea azul discontinua, por lo que la estructura de la red hidrológica se constituye de corrientes de primero, segundo y tercer orden pero destacando el Arroyo *Maconí* como una corriente de cuarto orden, entre las corrientes de tercer orden destacan los arroyos *La Llorona*, *Los Piñones*, *El Mezquital*, *El Borrego*, *La Tuna*, *Los Lirios*, *Pondejhe*, *Los Solares*, *El Nopalito*, estas corrientes son alimentadas por una gran cantidad de pequeñas corrientes de primer y segundo orden que son las que recogen los escurrimientos hídricos de la parte alta de la microcuenca; el flujo hídrico de la microcuenca finalmente es interceptado por

el arroyo “*Maconí*” el cual a su vez se convierte en tributario del río Moctezuma del cual obtiene el nombre para la subcuenca y Cuenca hidrológica.

### *Subterránea*

La microcuenca *Maconí* pertenece al Acuífero Moctezuma, ocupa una superficie de 240 kilómetros cuadrados y comprende parcialmente el Municipio de Cadereyta de Montes y una pequeña porción del municipio de San Joaquín, y administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte.

En el acuerdo en el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Moctezuma, clave 2210, en el Estado de Querétaro, Región Hidrológico-Administrativa Golfo Norte. 1 Se menciona lo siguiente:

*El acuífero Moctezuma, clave 2210, es de tipo kárstico ya que se desarrolla principalmente en las rocas sedimentarias carbonatadas de origen marino correspondientes a calizas de la Formación El Doctor, del Cretácico Inferior, las cuales sobreyacen a depósitos de lutitas apizarradas, calizas y margas con horizontes fosilíferos de la Formación Las Trancas e infrayacen a lutitas de la Formación Soyotal-Mezcala del Cretácico Superior; estas últimas, por sus características de baja permeabilidad actúan como unidades sello. El sistema kárstico de montaña está asociado a un sistema de fracturas presente en las formaciones, cuyo contenido de arcillas varía de moderado a alto, caso de la Formación Las Trancas, en las cuales se observan capas carbonatadas con un grado de fracturación de moderado a alto, por lo cual en algunas regiones brotan manantiales, como el manantial Cascadas Las Maravillas, el cual presenta un caudal de 10 litros por segundo, lo cual indica que estos materiales presentan una permeabilidad secundaria en las facies más carbonatadas, caso similar sucede con los manantiales de menor gasto pero que son explotados por algunas pequeñas poblaciones, como Divisadero, en la porción centro-norte del acuífero, los cuales brotan en los estratos calcáreos fracturados de la Formación Soyotal.*

*El acuífero, en material fracturado y/o kárstico con permeabilidad alta, está conformado principalmente por la Formación El Doctor, que consiste en cuatro facies. La primera facie Cerro Ladrón, está constituida por bancos y lentes masivos de calizas color gris en varios tonos, de ambiente arrecifal, se observan fósiles como rudistas y miliólidos; la segunda facie Socavón, está conformada por calizas clásticas constituidas por calcarenitas y conglomerados calcáreos de pre-*

*arrecife en capas gruesas; estas dos facies corresponden a un ambiente de plataforma; la tercera, facie San Joaquín, está representada por caliza gris oscuro de estratos medios a gruesos, con nódulos de pedernal negro; su ambiente de depósito es de cuenca; y la cuarta facie, La Negra, constituida de calizas de estratificación delgada de 10 a 20 centímetros, interestratificadas con bandas de pedernal negro y en ocasiones con lutitas laminadas de color rojizo a negro, su ambiente es de cuenca.*

*La primera facie, Cerro Ladrón, hidrogeológicamente es la unidad que puede considerarse como la de mayor permeabilidad, dado su grado de fracturamiento y karstificación seguida de la facie Socavón, por las cuales circula agua a través de su sistema de fracturamiento. Esta litología en particular hidrogeológicamente tiene un importante papel ya que son las más propensas de contener agua debido a su posición estratigráfica, así como por su elevación topográfica, conservando y dando origen a descargas de agua subterráneas a través de cavernas y fracturas. Las facies La Negra y San Joaquín, tienen una permeabilidad más baja debido a una mayor presencia de material arcilloso, pero al estar fracturadas permiten la infiltración y circulación del agua.*

*Las rocas de Formación Las Trancas se comportan como acuitardo, debido a su reducida permeabilidad, ya que está constituida en su base por grauvacas de color gris verdoso, interestratificadas con lutitas de color ocre, continuando en transición con una secuencia de lutitas de color gris oscuro, interestratificadas con escasos horizontes de calizas; en la cima afloran calizas micríticas, margas y lutitas ligeramente apizarradas, con horizonte fosilífero, conteniendo amonitas; estos materiales están muy plegados y tienen un fracturamiento de reducida penetración, además de un alto grado de alteración que origina capas de arcilla. La unidad presenta permeabilidad secundaria y generalmente las filtraciones de agua se descargan a través de las mismas fracturas en forma de manantiales efímeros. La Formación Soyatal también se comporta como Acuitardo, se conforma por una secuencia constituida principalmente por lutitas, la base es ligeramente calcárea constituida por caliza gris oscuro, interestratificada con lutitas grises; en la parte media y superior consiste de lutitas interestratificadas con limolitas y esporádicamente caliza de la Formación Soyatal, estas rocas debido a sus características son consideradas como una unidad impermeable, pero en los casos en que presentan un alto grado de fracturamiento, presentan permeabilidad secundaria y alimentan manantiales de poco gasto.*

*Los materiales intrusivos, tales como las dioritas y granodioritas, por sus características forman una barrera impermeable para el paso de agua y se les asigna una permeabilidad baja, considerándose como parte del basamento hidrogeológico del acuífero.*

#### Niveles del agua subterránea

*El acuífero Moctezuma, es un sistema en condiciones iniciales ya que la explotación en el área es mínima. El uso principal del agua que se extrae es para uso doméstico, puesto que los cultivos de la zona son de temporal y dadas las altas precipitaciones de la región no es necesaria infraestructura hidráulica adicional. Aunado a esto, por las características del acuífero explotado al ser de tipo kárstico fisurado se tiene presencia principalmente de manantiales en las zonas más elevadas, de los cuales se canaliza el agua a las poblaciones cercanas. Los únicos dos pozos censados en la campaña, se presentan en un profundo valle en forma de V, con valores de poca profundidad, restringidos a un depósito aluvial de poco espesor y extensión reducida.*

*El flujo subterráneo dentro del acuífero sigue el patrón de fracturas con orientación noreste-suroeste y noroeste-sureste; dicho flujo está regido por las diferencias de nivel topográfico y de presión hidráulica. A través de los planos de fracturas y grietas de disolución. En la porción suroccidental del acuífero el flujo subterráneo lleva una dirección preferencial al noreste; posteriormente, el flujo subterráneo continúa hacia niveles topográficamente más bajos en dirección sureste. Aunque es difícil establecer el número total de los lloraderos y manantiales que existen en el acuífero, predominan éstos en las laderas del pequeño valle aledaño al cauce del Río Moctezuma, para descargar sus aguas en el mismo río.*

*Con respecto a la evolución del nivel estático, no se cuenta con información piezométrica histórica y aprovechamientos suficientes que permitan su configuración. Por otro lado, debido a la escasa profundidad del agua, se deduce que la red no muestra alteraciones, es decir, se trata de un sistema acuífero en equilibrio y prácticamente virgen. Las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes en el transcurso del tiempo, por lo que no existe una variación importante en el cambio de almacenamiento; sólo es probable que se registren movimientos estacionales asociados a las diferentes épocas del año.*

### Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

*Según la información del censo de captaciones de agua subterránea llevado a cabo por la Comisión Nacional del Agua en el año 2011, se registraron 10 aprovechamientos, de los cuales, 7 son manantiales, 2 son pozos y una noria. A través de los pozos y la noria se extrae un volumen total de 0.01314 millones de metros cúbicos anuales, destinado en su totalidad al uso doméstico y al pecuario. Los manantiales descargan 6.5 millones de metros cúbicos anuales; de ellos, 3 manantiales se utilizan para el uso público-urbano y 2 para uso doméstico y en 2 más no se utiliza el agua.*

### Modelo conceptual del acuífero

*El acuífero está compuesto por dos medios geológicos, uno granular o poroso y otro de tipo Kárstico. El acuífero granular presenta permeabilidad media, y está constituido por pequeños lentes de aluviones y gravas, presentes en las partes topográficas bajas, ubicadas entre las sierras, con poco espesor y extensión muy reducida, del cual se extraen caudales de 2 litros por segundo, en promedio de los dos únicos pozos que existen. Las salidas en estos acuíferos granulares intermontanos ocurren a través de la extracción de norias, pozos y manantiales. Por su parte, el acuífero kárstico, se desarrolla principalmente en las rocas sedimentarias carbonatadas de origen marino correspondientes a calizas de la Formación El Doctor, del Cretácico Inferior.*

*La geometría de este acuífero es en gran parte coincidente con las características estructurales que dominan la región como los sistemas de fallas y fracturas y las zonas de disolución; cabe señalar que las calizas de la Formación El Doctor poseen un gran potencial para albergar importantes zonas acuíferas, formadas por la disolución del carbonato de calcio; sin embargo, aún no han sido explorados dentro de la demarcación. Las salidas del acuífero ocurren a través de las descargas de manantiales, como aportación al flujo base del Río Moctezuma y como salidas horizontales por flujo subterráneo fuera del acuífero.*

### Riegos de sobreexplotación

*El acuífero Moctezuma, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. La extracción intensiva de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y*

*poniendo en riesgo el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.*

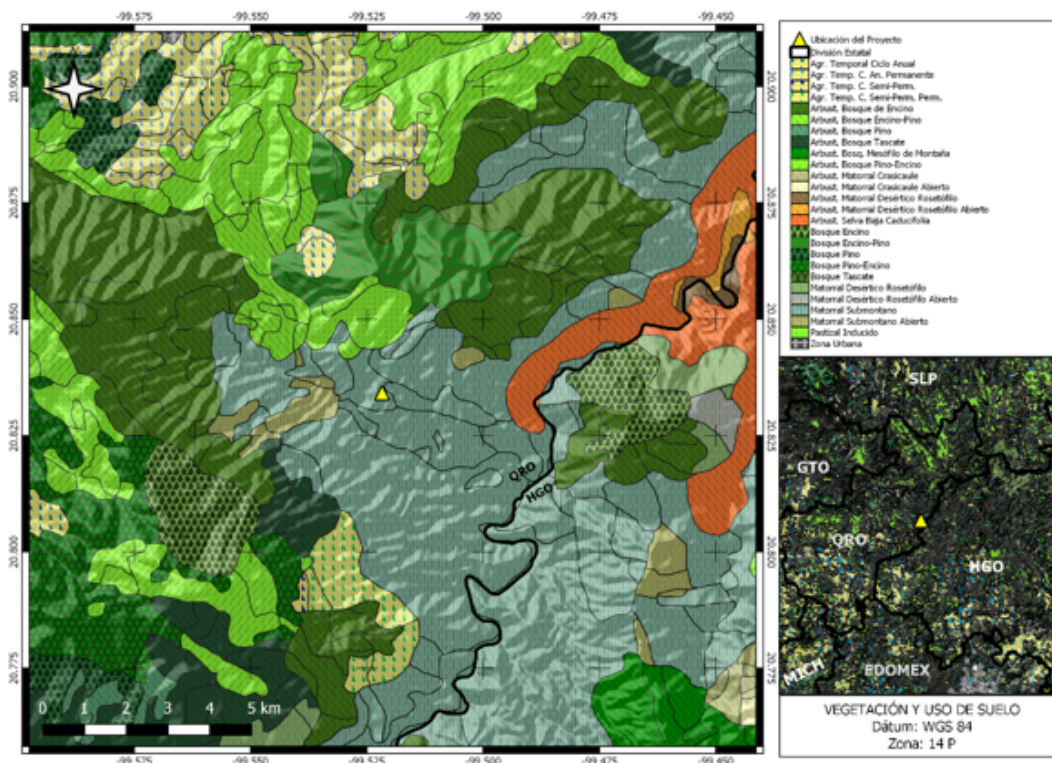
*En el acuífero Moctezuma, persiste el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización del nivel del agua subterránea, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del caudal base hacia el Río Moctezuma, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación y proteger al acuífero de un significativo desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.*

#### **IV.2.2. Aspectos bióticos**

- *Vegetación terrestre*

De acuerdo al Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro, cuya fuente es la Carta de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:500000 generada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, tiene una superficie forestal de 776,007.22 ha., de las cuales el 62% está representado por matorral en diferentes fisonomías ocupando una superficie de 481,437.85 hectáreas.

Por otro lado, de acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI, SERIE V escala 1:250 000, la microcuenca Maconí está relacionada con un total de dos agroecosistemas y nueve tipos de vegetación, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 19. Usos de suelo y vegetación en la microcuenca Maconí.**

*Tipos de vegetación y uso de suelo*

Así mismo se realizó un análisis de las porciones de usos de suelo y vegetación de la microcuenca, encontrando que el 32.21% de la superficie de la microcuenca *Maconí* corresponde a matorral submontano, cabe mencionar que este es el tipo de vegetación predominante donde se ubica el predio, además de que abarca la parte baja y de salida de la microcuenca; le sigue en importancia de ocupación la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con un 20.80% de superficie.

**Tabla 8 Superficie por uso de suelo y vegetación el sistema ambiental.**

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	% Ocupación
TA	Agricultura de temporal anual	565.13	8.18

TSP	Agricultura de temporal semipermanente y permanente	22.13	0.32
BQ	Bosque de encino	476.13	6.89
BQP	Bosque de encino-pino	456.28	6.60
BPQ	Bosque de pino-encino	167.26	2.42
MSM	Matorral submontano	2226.13	32.21
PI	Pastizal inducido	525.09	7.60
Vsa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1437.84	20.80
Vsa/BQ P	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino- pino	571.63	8.27
Vsa/BP Q	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino- encino	263.33	3.81
Vsa/BJ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	200.90	2.91
<b>Superficie total</b>		<b>6911.86</b>	<b>100.00</b>

En el estudio de la vegetación se observaron sus características fisonómicas, para determinar la comunidad vegetal existente en el área del proyecto con base a al sistema de clasificación de tipos de vegetación del INEGI (2009) y Rzedowski (1986). A continuación, se realiza una descripción bibliográfica de las características principales del matorral submontano, correspondiente al tipo de vegetación del Sistema Ambiental, del Área de Influencia del proyecto y de la superficie total del mismo.

#### *Flora*

Las áreas circundantes al proyecto se distinguen por presentar como vegetación principal al matorral submontano. Esta comunidad arbustiva, a veces muy densa, está formada por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve período del año, se desarrolla entre los matorrales áridos y los bosques de Encino y la Selva Baja Caducifolia a altitudes de 1,500 a 1,700 msnm, principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, desde Querétaro e Hidalgo hacia el norte, penetrando más allá de la frontera política con los Estados Unidos de Norteamérica.



Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos. Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y son comunes los afloramientos de la roca madre.

Es un ecosistema muy complejo y variable, ocupando los suelos pedregosos de cerros escarpados y lomeríos con buen drenaje por su inclinación y abundancia de partículas gruesas del suelo. La caracteriza un gran número de arbustos a veces sub-arbóreos, inermes en su gran mayoría, aunque cierto número de especies espinosas se entremezclan con los dominantes. Algunas son caducifolias, pero la mayoría son perennifolias.

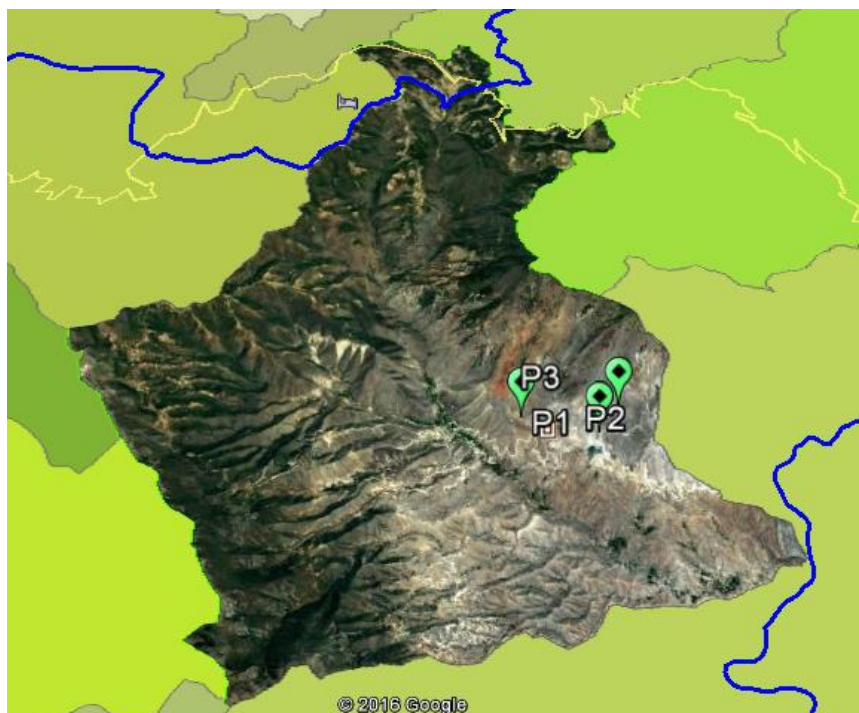
*Listado de vegetación en campo*

Se llevaron a cabo recorridos, efectuando muestreos en tres sitios representativos de la vegetación que sería afectada por el desarrollo del proyecto. Los sitios de muestreo fueron parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno de ellos. En cada uno de los sitios se registraron coordenadas UTM y se llevó a cabo la cuantificación de los ejemplares de cada una de las especies predominantes. Con el conteo de los ejemplares se pudieron calcular valores de Abundancia Relativa e Índice de diversidad de Shannon & Wiener. (Información referida de la versión pública de la MIA con número de proyecto: 22QE2016MD025)

Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca (coordenadas UTM)

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**9. Coordenadas de los 3 puntos de muestreo en microcuenca “Maconí”**

<b>SITIO I</b>	14 Q 446436 E	2304083 N
<b>SITIO II</b>	14 Q 446742 E	2304437 N
<b>SITIO III</b>	14 Q 445272 E	2304373 N



**Figura 20. Ubicación de los sitios de muestreo dentro de la Microcuenca Maconí.**

El listado florístico a nivel de microcuenca Maconí, correspondiente al tipo de vegetación que existe en el predio donde se propone llevar a cabo el CUSTF.

**Tabla 10. Listado florístico para la microcuenca (Sistema Ambiental).**

Nombre científico	Nombre común	Presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Agavaceae</b>		
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	N/A
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	N/A
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	N/A
<i>Yucca filifera</i>	palma	N/A
<b>Aspargaceae</b>		
<i>Dasyilirion acrotriche</i>	Cucharilla	Amenazada, Endémica.

Nombre científico	Nombre común	Presente en la NOM-059-SEMARNAT- 2010
<i>Dasyliirion longissimum</i>	Junquillo	Amenazada, No Endémica
<b>Asteraceae</b>		
<i>Porophyllum linaria</i>	Venadita	N/A
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	N/A
<b>Cactaceae</b>		
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	N/A
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	Protección especial, Endémica
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	N/A
<i>Mammillaria sp</i>	Biznaga	N/A
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	N/A
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	N/A
<b>Convolvulaceae</b>		
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	N/A
<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebraplato	N/A
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	N/A
<b>Lamiaceae</b>		
<i>Salvia sp</i>		N/A
<b>Leguminosae</b>		
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	N/A
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	N/A
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	N/A
<i>Castilleja arvensis</i>	ND	N/A
Poaceae	ND	N/A
<i>Muhlenberghia sp</i>	Zacatón	N/A
<b>Rhamnaceae</b>		
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	N/A
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	N/A
<b>Scrophulariaceae</b>		
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	N/A
<b>Selaginellaceae</b>		

Nombre científico	Nombre común	Presente en la NOM-059-SEMARNAT- 2010
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	N/A

### *Abundancia relativa*

En las siguientes tablas se muestran los resultados de los cálculos de la Abundancia Relativa en cada uno de los sitios de muestreo y, posteriormente, se presentan los cálculos de la Abundancia Relativa por estrato (Arbustivo y Herbáceo).

**Tabla 11. Abundancia Relativa por estrato y por sitio de muestreo.**

SITIO 1	Coordenadas UTM: 446436 E, 2304083 N		
Especie	Nombre común	Ni	Ab. Relat
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	146	64.04
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	50	21.93
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	8	3.51
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	7	3.07
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	7	3.07
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	3	1.32
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	1.32
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.88
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	1	0.44
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	1	0.44
		<b>228</b>	<b>100</b>

SITIO 2	Coordenadas UTM: 446742 E, 2304437 N		
Especie	Nombre común	Ni	Ab. Relat
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	87	31.41
<i>Muhlenbergia sp</i>	Zacatón	55	19.86
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	28	10.11

<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	17	6.14
<i>Porophyllum linaria</i>	Venadita	12	4.33
<i>Salvia sp</i>		12	4.33
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	9	3.25
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	9	3.25
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	2.89
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	2.89
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	7	2.53
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	5	1.81
<i>Castilleja arvensis</i>		5	1.81
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	4	1.44
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	3	1.08
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	3	1.08
<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebraplatos	2	0.72
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.36
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	1	0.36
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	1	0.36
		<b>277</b>	<b>100</b>

<b>SITIO 3</b>		<b>Coordenadas UTM: 445272 E, 2304373 N</b>	
<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Ni</b>	<b>Ab. Relat</b>
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	113	54.59
<i>Muhlenberghia sp</i>	Zacatón	24	11.59
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	13	6.28
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	10	4.83
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	7	3.38
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	6	2.9
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	5	2.42
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	5	2.42
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	4	1.93
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	1.93

<i>Castilleja arvensis</i>		3	1.45
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	3	1.45
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	3	1.45
<i>Mammillaria sp</i>	Biznaga	2	0.97
<i>Cylintropuntia imbricata</i>	Cardón	2	0.97
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	2	0.97
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	1	0.48
		<b>207</b>	<b>100</b>

**Nota:** Estos datos y los subsecuentes cálculos fueron obtenidos de la manifestación de impacto ambiental presentada para la obtención de la autorización de impacto ambiental para la ampliación de la presa de jales número 5, que corresponden a la misma superficie elegida como sistema ambiental para el presente proyecto.

#### *Abundancia relativa por estrato*

En el cálculo del valor de Abundancia Relativa se tiene que la especies con los valores más elevados dentro de la microcuenca son: *Selaginella lepidophylla* (doradilla, flor de peña), una especie herbácea que crece en sitios de mayor humedad, tales como pequeñas barrancas o ambientes rupícolas protegidas de la intensa exposición solar.

Por su parte, en el estrato arbustivo, en la microcuenca predominan *Agave striata* (estoquillo), que forma algunas colonias más o menos densas en algunas zonas de la microcuenca, así como *Karwinskia humboldtiana* (sangoi), una especie ampliamente distribuida en prácticamente toda el área de estudio.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**12. Abundancia Relativa Estrato Herbáceo**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Ab. Relat
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	200	0.625
<i>Muhlenberghia sp</i>	Zacatón	79	0.2469
<i>Porophyllum linaria</i>	Venadita	12	0.0375

Nombre científico	Nombre común	Ni	Ab. Relat
<i>Salvia sp</i>		12	0.0375
<i>Castilleja arvensis</i>		8	0.025
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	7	0.0219
<i>Ipomoea pururea</i>	Quiebraplatos	2	0.0063
		<b>320</b>	<b>1</b>

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**13. Abundancia Relativa Estrato Arbustivo**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Ab. Relat
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	159	0.4056
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	83	0.2117
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	32	0.0816
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	19	0.0485
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	17	0.0434
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	16	0.0408
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	14	0.0357
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	11	0.0281
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	0.0204
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	0.0204
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	5	0.0128
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	0.0102
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	3	0.0077
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	3	0.0077
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	0.0077
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	2	0.0051
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.0051
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	2	0.0051
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.0026

Nombre científico	Nombre común	Ni	Ab. Relat
		<b>392</b>	<b>1</b>

**Tabla 14. Índice de diversidad de Shannon & Wiener para el estrato arbustivo.**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	159	0.4056	-0.3919	-0.159	0.159
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	83	0.2117	-0.6742	-0.1428	0.1428
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	32	0.0816	-1.0881	-0.0888	0.0888
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	19	0.0485	-1.3145	-0.0637	0.0637
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	17	0.0434	-1.3628	-0.0591	0.0591
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	16	0.0408	-1.3892	-0.0567	0.0567
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	14	0.0357	-1.4472	-0.0517	0.0517
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	11	0.0281	-1.5519	-0.0435	0.0435
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	5	0.0128	-1.8943	-0.0242	0.0242
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	0.0102	-1.9912	-0.0203	0.0203
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162



Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.0026	-2.5933	-0.0066	0.0066
		392	1		-0.869	0.869

**Tabla 15. Índice de diversidad de Shannon & Wiener para el estrato Herbáceo.**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	200	0.625	-0.2041	-0.1276	0.1276
<i>Muhlenbergia sp</i>	Zacatón	79	0.2469	-0.6075	-0.15	0.15
<i>Porophyllum linaria</i>	Venadita	12	0.0375	-1.426	-0.0535	0.0535
<i>Salvia sp</i>		12	0.0375	-1.426	-0.0535	0.0535
<i>Castilleja arvensis</i>		8	0.025	-1.6021	-0.0401	0.0401
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	7	0.0219	-1.6601	-0.0363	0.0363
<i>Ipomoea pururea</i>	Queiebraplatos	2	0.0063	-2.2041	-0.0138	0.0138
		<b>320</b>	<b>1</b>		<b>-0.4746</b>	<b>0.4746</b>

Los valores antes señalados describen una microcuenca de Maconí con un índice de diversidad biológica bajo, calculado en 0.8690 para el estrato arbustivo 0.4746 para el herbáceo, y cuando se consideran ambos estratos, de 0.9906, que reflejan un alto grado de disturbio como consecuencia de la prolongada acción antropogénica (agricultura de temporal y pastoreo de ganado)

*Índice de diversidad de Shannon y Wiener*

En las siguientes tablas se muestran los valores del Índice de Diversidad de Shannon & Wiener por especie, calculados en general para la microcuenca y también por separado para el estrato arbustivo y el herbáceo.

**Tabla 16. Índice de diversidad de Shannon & Wiener general para la microcuenca**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	200	0.2809	-0.551	-0.1549	0.1549
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	159	0.2233	-0.651	-0.1454	0.1454
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	83	0.1166	-0.933	-0.1088	0.1088
<i>Muhlenberghia sp</i>	Zacatón	79	0.111	-0.955	-0.1059	0.1059
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	32	0.0449	-1.347	-0.0606	0.0606
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	19	0.0267	-1.574	-0.042	0.042
<i>Dasylirion longissimum</i>	Junquillo	17	0.0239	-1.622	-0.0387	0.0387
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	16	0.0225	-1.648	-0.037	0.037

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Leucophyllum sp</i>	Poleo blanco	14	0.0197	-1.706	-0.0336	0.0336
<i>Porophyllum sp</i>	Venadita	12	0.0169	-1.773	-0.0299	0.0299
<i>Salvia sp</i>						
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	11	0.0154	-1.811	-0.028	0.028
<i>Castilleja arvensis</i>						
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	0.0112	-1.949	-0.0219	0.0219
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	0.0112	-1.949	-0.0219	0.0219
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	7	0.0098	-2.007	-0.0197	0.0197
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	5	0.007	-2.154	-0.0151	0.0151
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	0.0056	-2.25	-0.0126	0.0126
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	3	0.0042	-2.375	-0.01	0.01
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	3	0.0042	-2.375	-0.01	0.01
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	0.0042	-2.375	-0.01	0.01
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	2	0.0028	-2.551	-0.0072	0.0072
<i>Ipomoea violacea</i>	Quebraplatos	2	0.0028	-2.551	-0.0072	0.0072
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.0028	-2.551	-0.0072	0.0072
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	2	0.0028	-2.551	-0.0072	0.0072
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.0014	-2.852	-0.004	0.004
		712	1		-0.9906	0.9906

**Tabla 17. Índice de diversidad de Shannon & Wiener para el estrato arbustivo**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	159	0.4056	-0.3919	-0.159	0.159
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	83	0.2117	-0.6742	-0.1428	0.1428
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	32	0.0816	-1.0881	-0.0888	0.0888
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	19	0.0485	-1.3145	-0.0637	0.0637
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Junquillo	17	0.0434	-1.3628	-0.0591	0.0591
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	16	0.0408	-1.3892	-0.0567	0.0567
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	14	0.0357	-1.4472	-0.0517	0.0517
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Cucharillas	11	0.0281	-1.5519	-0.0435	0.0435
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	5	0.0128	-1.8943	-0.0242	0.0242
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	0.0102	-1.9912	-0.0203	0.0203
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Índ. Shannon
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.0026	-2.5933	-0.0066	0.0066
		<b>392</b>	<b>1</b>		<b>-0.869</b>	<b>0.869</b>

El estrato arbóreo es prácticamente inexistente, predominando básicamente las especies herbáceas, así como algunos arbustos aislados, motivo por el cual no se cuenta con valor del índice de Shannon para dicho estrato. En la tabla siguiente se presenta el índice de Shannon para el estrato arbustivo, el valor obtenido para el estrato arbustivo fue de 0.8690, que se consideran como muy bajo y nos indica que el estrato se encuentra dominado por especies características de una vegetación secundaria, particularmente *Karwinskia humboldtiana* (sangoi), que tiende a colonizar terrenos degradados por las actividades agropecuarias.

**Tabla 18. Índice de Shannon por especie para el estrato arbustivo presente en la microcuenca**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Suma $AbxLnAb^{*-1} = (H)$
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	4	0.0102	-1.9912	-0.0203	0.0203
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	16	0.0408	-1.3892	-0.0567	0.0567
<i>Agave salmiana</i>	Magüey	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Agave striata</i>	Estoquillo	159	0.4056	-0.3919	-0.159	0.159
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	1	0.0026	-2.5933	-0.0066	0.0066
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Dasyilirion acrotriche</i>	Cucharillas	11	0.0281	-1.5519	-0.0435	0.0435
<i>Dasyilirion longissimum</i>	Junquillo	17	0.0434	-1.3628	-0.0591	0.0591
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga guamichera	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	3	0.0077	-2.1162	-0.0162	0.0162
<i>Ipomoea arborescens</i>	Cazahuate, cigarrillo	19	0.0485	-1.3145	-0.0637	0.0637
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	32	0.0816	-1.0881	-0.0888	0.0888

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Suma $Ab \times \ln Ab^{-1} = (H)$
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Sangoi	83	0.2117	-0.6742	-0.1428	0.1428
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Poleo blanco	14	0.0357	-1.4472	-0.0517	0.0517
<i>Mammillaria elongata</i>	Biznaga	5	0.0128	-1.8943	-0.0242	0.0242
<i>Mimosa sp</i>	Uña de gato	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
<i>Opuntia gosseliniana</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	2	0.0051	-2.2923	-0.0117	0.0117
<i>Yucca filifera</i>	palma	8	0.0204	-1.6902	-0.0345	0.0345
		<b>392</b>	<b>1</b>		<b>-0.869</b>	<b>0.869</b>

En la tabla siguiente se presentan los valores del índice de Shannon para el estrato herbáceo el cual resulta ser de 0.4746, dicho valor es bajo, se considera que el valor tan bajo también puede obedecer a que el muestreo se llevó a cabo durante la temporada de estiaje, cuando las herbáceas anuales han culminado su ciclo. *Selaginella lepidophylla* (doradilla) resultó muy abundante en virtud de que forma colonias densas en zonas rocosas con presencia de humedad.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**19. Índice de Shannon por especie para el estrato arbustivo presente en la microcuenca**

Nombre científico	Nombre común	Ni	Pi (Ab. Relat)	Log pi	Pi (Log pi)	Suma AbxLnAb*-1 = (H)
<i>Castilleja arvensis</i>		8	0.025	-1.6021	-0.0401	0.0401
<i>Ipomoea pururea</i>	Quiebraplato	2	0.0063	-2.2041	-0.0138	0.0138
<i>Muhlenberghia sp</i>	Zacatón	79	0.2469	-0.6075	-0.15	0.15
<i>Porophyllum linaria</i>	Venadita	12	0.0375	-1.426	-0.0535	0.0535
<i>Salvia sp</i>		12	0.0375	-1.426	-0.0535	0.0535
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	200	0.625	-0.2041	-0.1276	0.1276
<i>Stevia sp</i>	Yerba dulce	7	0.0219	-1.6601	-0.0363	0.0363
		320	1		-0.4746	0.4746

Los valores antes señalados describen una microcuenca de Maconí con un índice de diversidad biológica bajo, calculado en 0.8690 para el estrato arbustivo 0.4746 para el herbáceo, y cuando se consideran ambos estratos, de 0.9906, que reflejan un alto grado de disturbio como consecuencia de la prolongada acción antropogénica (agricultura de temporal y pastoreo de ganado).

Las especies que obtuvieron los valores más altos fueron: *Selaginella lepidophylla*, *Agave striata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Muhlenberghia sp* y *Jatropha dioica*.

Cabe reiterar en este apartado que en el polígono del proyecto en cuestión no se tiene ningún tipo de vegetación ya que eran depósitos de jales por lo que no se tiene suelo o materia vegetal suficiente para que se desarrollara vegetación.



- *Fauna*

Debido a su situación geográfica, nuestro país representa un ecotono entre dos grandes regiones biogeográficas (paisajes): la neártica y la neotropical. Los vertebrados mexicanos acuáticos y terrestres constituyen un grupo muy diverso, el cual está representado aproximadamente por un 10% de las especies a nivel mundial. Asimismo, los vertebrados terrestres, en particular las especies de anfibios, reptiles y mamíferos presentan un alto porcentaje de endemismos (62%, 53% y 30%, respectivamente) esto como consecuencia de la variación climática y microambiental que se presenta en el país. Las aves son un grupo muy diverso (> 9000 especies), constituido por especies residentes y migratorias. Esto se debe a la ubicación geográfica del país, que sirve como puente entre Norte Y Sudamérica y a las amplias zonas costeras y montañosas del país que son usadas como áreas de refugio de alimentación y reproducción. La aves y los mamíferos históricamente han sido los grupos más manejados y explotados, y sus hábitat han sido dramáticamente transformados o modificados en su totalidad, por lo tanto, muchas de las especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción. Asimismo, es preocupante que el 54% de las especies de mamíferos se encuentren en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002).

*Listado de fauna en campo*

Para realizar el análisis de fauna en sus diferentes grupos se consideró la versión pública del proyecto 22QE2016MD025, (la cual puede ser consultada a través del portal de la SEMARNAT en <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/consulta-tu-tramite>). Debemos entender por fauna silvestre en el sentido más amplio de la palabra a todos aquellos animales que viven en libertad sin recibir ninguna ayuda directa del hombre para obtener sus satisfactores. Desde este punto de vista quedarían incluidos en el estudio todos los organismos del grupo de vertebrados no domésticos.

La fauna silvestre a diferencia del resto de los recursos asociados a un terreno con vegetación nativa, mantiene una movilidad con rutas migratorias hacia diversos ecosistemas de acuerdo a la temporalidad, buscando siempre refugio y alimentación; la información referente a la riqueza y abundancia de fauna que aquí se presenta corresponde solo a la fauna que se observó en los puntos de muestreo para la estación actual, recordemos que la distribución de la fauna es estacional debido a la movilidad en busca de alimento y refugio principalmente por las condiciones climáticas prevalecientes en una zona en particular, por ello al realizar un muestro en otra época del año seguramente se encontrará la presencia de organismos diferentes a los que se distribuyen actualmente;

en tal sentido resulta un tanto complejo alcanzar datos precisos en cuanto a la distribución y riqueza en una superficie tan amplia como lo es la microcuenca.

Con el fin de estandarizar el monitoreo en cada sitio y reducir en lo posible las falsas ausencias, se realizaron transectos simples de búsqueda intensiva de la misma longitud total de aproximadamente 1.4 km lineales para la zona de interés y de la microcuenca. Aun así cualquier estudio con tamaño de muestra insuficiente y en especial en zonas donde se tiene registrada una alta diversidad de especies, es muy susceptible a la imprecisión de sus resultados.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**20. Coordenadas de inicio, fin y punto medio de los transectos simples recorridos para 4 grupos faunísticos.**

TRANSECTO	PUNTO DE INICIO	PUNTO FINAL	PUNTO DE INFLEXIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN
A	X:444021 Y:2304742	X:444603 Y:2304839	X:443875 Y:2305186	Mayormente Matorral submontano
B	X:441789 Y: 2305590	X:440776 Y:2306126	X:441322 Y:2305410	Matorral submontano y ecotono hacia Bosque de Pino-Encino

### *Índices*

Para el análisis de datos obtenidos y en base a la metodología utilizada para cada grupo, se utilizaron los índices de dominancia de Simpson para identificar el grado de dominancia que ejerce una especie en el ecosistema en que está presente, el índice de diversidad de Shannon & Wiener que indica que tan diverso es el sitio o hábitat en el que estamos trabajando, además de estimar la diversidad máxima del mismo.

Para los grupos de Anfibios, Reptiles y Mamíferos no fue necesario utilizar los índices de dominancia de Simpson, el cálculo de la abundancia relativa, diversidad de Shannon & Wiener y de Jaccard, ya que se puede encontrar o definir fácilmente cual especie es la dominante y encontrar si el sitio contiene una diversidad alta, media o baja, además de encontrar fácilmente la similitud de diversidad si se

compara los sitios muestreados, y básicamente por los pocos registros encontrados en el tiempo que se estuvieron aplicando las metodologías.

Para el grupo de aves se utilizaron los índices antes mencionados ya que se obtuvieron más registros de ejemplares y especies en ambos transectos o sitios (A y B) y dentro del polígono del sitio de interés. Así pues se presenta la manera de calcularlos de la siguiente manera:

Índice de Shannon & Wiener.

$$H = -\sum (P_i) (\log_{10} P_i)$$

En el cual:

P<sub>i</sub>: Proporción del número total de individuos de la *i*-ésima especie (proporciones reales de la población que está siendo muestreada).

Diversidad máxima estimada:

$$H' = \ln N$$

En el cual:

*ln*: logaritmo natural

N: número total de las especies encontradas en la comunidad.

Abundancia relativa (*pi*): Se refiere a la proporción del número total de individuos de la especie *i*, se calcula dividiendo la cantidad de individuos de la especie *i* entre el total de organismos encontrados en la comunidad.

Índice de Simpson (Dominancia).

$$Dom = \sum ni (ni - 1) / N (N - 1)$$

Dónde:

N: No. Total de individuos de todas las especies.

n: No. Total de individuos de la especie *i*.

Índice de Jaccard (beta diversidad).

$$CS_{\text{Jaccard}} = C / (A + B) - C$$

Dónde:

A: número de especies de la comunidad A

B: número de especies de la comunidad B

C: número de especies comunes entre A y B

Mastofauna

El monitoreo de mastofauna en las dos zonas visitadas en la microcuenca se llevó a cabo mediante recorridos en forma de transectos simples de búsqueda de rastros para los registros indirectos o avistamientos, incluyendo también huellas, rascaderos o excretas en el sustrato. Se instalaron dos cámaras trampa cuyas marcas fueron Wildview ® y Bushnell ®, estas se dejaron sujetas a el tronco de árboles en zonas en las que era potencial la presencia de especies por la identificación de senderos y letrinas, se utilizó como cebo sardina enlatada la cual se ubicó alrededor de 4 metros frente a la cámara dentro de su ángulo de visión, ambas cámaras fueron instaladas la noche del 21 de noviembre de 2015 en un hábitat representativo de Bosque de Pino-Encino en menor proporción y de Matorral submontano en mayor proporción, las cámaras se colocaron a una distancia aproximada de 300m una de otra.

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 1 noche por cada cámara trampa colocada. Cabe mencionar que se eligió la zona para ambas cámaras por motivos de efectividad del muestreo y para evitar que fueran removidas de su sitio, ya que la zona aparentemente no parecía ser muy visitada o recorrida por personas. Para la identificación de especies por registros indirectos se utilizó el Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda, 2012).

Herpetofauna

Se eligió realizar transectos simples al azar para a partir de los cuales realizar búsqueda intensiva en los hábitats en los que era más probable encontrar algún ejemplar de este grupo. Al igual que en la búsqueda intensiva dentro la zona de interés, en la microcuenca se revisaron la mayor cantidad posible de hábitats levantando rocas, levantando troncos o ramas caídas, revisando huecos u oquedades en la

topografía y buscando a la orilla o dentro de charcas, arroyos/ríos o zonas con humedad para anfibios, aunado a esto se contó con herramientas para la captura y manipulación segura de ejemplares tales como una caña extensible con una lazada en un extremo para la captura de lagartijas y con ganchos y una pinza *tong* herpetológica para la manipulación de serpientes.

Se tomaron los registros mediante la identificación de cada organismo por la captura de estos o de ser posible por registros fotográficos, para el caso de la captura de ejemplares únicamente se identificó a la especie y se fotografiaron para inmediatamente ser liberados en el mismo sitio. La topografía y el tipo de suelo no fueron propicios para la instalación de trampas de barra de desvío, de foso o de embudo. Se utilizaron publicaciones tales como guías de campo para la identificación de especies para el estado de Querétaro e Hidalgo (Dixon & Lemos-Espinal, 2010; Ramírez-Bautista, *et al.* 2014), además de la clave de larvas incluidas en Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (CONABIO, BUAP, 2010).

#### Ornitofauna

Para el registro de este grupo se empleó la búsqueda intensiva (Ralph *et al.* 1996) como el método más apropiado para el muestreo de aves, con recorridos pertenecientes a los transectos A y B en los sitios visitados en la microcuenca, utilizando los caminos existentes, brechas y arroyos. Se registraron todas las aves vistas y escuchadas durante el recorrido de muestreo, en horario de 07:10 – 15:30 hrs. (22 de noviembre).

Las especies se determinaron con la ayuda de las guías de aves de Sibley (2003), Howell y Webb (2001), Peterson y Chalif (2000) y National Geographic (2000). La nomenclatura y arreglo taxonómico se apega a la más reciente revisión de la American Ornithologists Union y sus suplementos.

#### *Resultados de fauna*

Basándonos en el monitoreo de fauna efectuado en los sitios ajenos al polígono de la zona de interés y dentro de la microcuenca, se obtuvieron los siguientes listados (diversidad de especies), que son conformados por las especies identificadas para la clase Mammalia, Amphibia, Reptilia y Aves.

### Registros directos e indirectos.

En la única noche que estuvieron activas las fototampas e lograron registrar 3 ejemplares pertenecientes a 2 especies, el cacomixtle norteño o cola anillada y la zorra gris, presumiblemente se trata del mismo ejemplar de zorra gris que visitó las 2 estaciones en las que se dejaron las fototampas.

Se obtuvieron 2 avistamientos para mamíferos, ambos de ardillas y que concuerdan al tipo de hábitat en el que se pueden encontrar comúnmente, se trata del ardillón de roca y la ardilla de Peter, las cuales fueron observadas por la mañana en el transecto B, sin embargo no fue posible obtener un registro fotográfico de estos organismos.

En cuanto a excretas o registros indirectos se registraron 3 tipos, pero una de ellas no fue posible comprobar la especie a la que pertenece, muy probablemente se trate de una especie perteneciente al orden Artiodactyla y de la familia de los cerdos domésticos (Suidae) o de los pecarís (Tayassuidae) siendo el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) el que podría estar presente en la microcuenca, pero como se mencionó anteriormente, no se encontraron más rastros como huellas, revolcaderos o rascaderos que confirmasen que se trata de una especie de fauna silvestre.

### Riqueza de especies

Se obtuvo un listado de 5 especies de mamíferos, 4 de ellas identificadas y una no identificada para la microcuenca, todos ellos pertenecientes a mamíferos medianos. Es probable que al aumentar el esfuerzo de muestreo en métodos indirectos y directos, y la cantidad de noches trampa para las fototampas se obtengan un mayor número de especies registradas ya que muchas de las especies de mamíferos son organismos que llegan a desplazarse grandes distancias, basado en la biología y ecología de cada especie.

En base al monitoreo en la microcuenca se halló el 4.5% de especies en relación a las aproximadamente 111 especies que se han registrado en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda que es la región natural más importante en cuanto a diversidad adjunta a los sitios de muestreo (INE, SEMARNAT, CONANP, 2000).

### Abundancia relativa.

Únicamente se registraron a 6 individuos pertenecientes a las 5 especies registradas en base a excretas, avistamientos y fotocolecta de las fototampas, la especie con mayor abundancia relativa es el

cacomixtle norteño ya que se registró en la fotocolecta en el transecto A y por excreta en el B, las otras especies únicamente fueron registradas en uno de los dos transectos.

#### Dominancia.

Igualmente en base al número de ejemplares registrados para cada especie se puede deducir que la especie con más presencia o dominancia para ambos sitios o transectos es el cacomixtle norteño.

#### Grado de similitud o semejanza de Jaccard.

El grado de semejanza entre los sitios muestreados en la microcuenca y dentro del polígono de interés es bajo ya que únicamente se encuentra la coincidencia de 2 especies de mamíferos los cuales fueron el ardillón de roca (*Otospermophilus variegatus*) y el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) de las 7 especies totales encontradas en las zonas de muestreo.

#### Riqueza de especies

Se identificaron 7 especies para el grupo en los sitios escogidos en la microcuenca de la cuales 2 son anfibios y 5 reptiles, cabe mencionar que 3 especies de reptiles pertenecientes al orden Serpentes (serpientes) no se identificaron o avistaron directamente sino que fue a través de testimonios de personas que se identificó a la especie relacionada. En contraste con la herpetofauna reportada para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda como región natural y de alta importancia biológica, se encontró el 5.3% de especies de las aproximadamente 131 registradas para dicha región natural (INE, SEMARNAT, CONANP, 2000).

#### Abundancia relativa

La especies con mayor abundancia relativa fueron el sapo montícola de espuelas y la lagartija de collar encontrados en los transectos A y B respectivamente, cabe mencionar que es probable encontrar más especies de anfibios en el transecto A ya que únicamente se cubrió una zona de aproximadamente de medio kilómetro sobre el cauce del Río Maconí, además hay mayor probabilidad de registrar una mayor cantidad de ejemplares de anfibios en temporadas post-lluvias pero disponiendo de un mayor tiempo y esfuerzo de muestreo enfocado a este grupo.

### Dominancia

Para el transecto A la especie con más representatividad fue el sapo montícola de espuelas (*Spea multiplicata*) que fue identificado en su forma larval con 16 ejemplares encontrados en grupo en los bordes del Río Maconí y tan solo un ejemplar de la rana de árbol de orejas chicas (*Ecnomiohyla miotumpanum*), no se registraron reptiles en este sitio, probablemente por las condiciones climáticas persistentes en ese momento.

En cuanto al transecto B se obtuvo que la especie con mayor valor de dominancia fue la lagartija de collar ya que se encontraron a 8 individuos, por encima de la lagartija de mezquite con 2 ejemplares. En este sitio no se encontraron especies de anfibios.

### Grado de similitud o semejanza de Jaccard.

El grado de semejanza entre especies o recambio de especies que determina la diversidad beta fue nulo para cada sitio visitado, ya que en cada sitio se encontraron especies diferentes, 3 especies para la zona dentro del polígono del sitio del proyecto y 2 para cada transecto de la microcuenca. Esto puede deberse a muchos factores pero principalmente a que se trata de una región de transición de ecosistemas o ecotono entre el Semidesierto Queretano y la Región Natural de la Sierra Gorda, en el cual hay elevado recambio de especies.

### Riqueza de especies.

En relación al transecto A dominado por Matorral, se pudieron identificar a 18 especies y 31 ejemplares, esto corresponde al 5.4% de riqueza para Reserva de la Biósfera Sierra Gorda en la que se tienen registradas a 333 especies y el 5.2 % de riqueza para el estado de Querétaro que cuenta hasta el momento con un registro de 347 especies.

Para el transecto B se obtuvieron 23 especies y 197 organismos, la diversidad corresponde al 6.9% de especies en relación a las catalogadas en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y se alcanza el 6.6% de especies registradas para el estado de Querétaro.

En conjunto se registraron 33 especies aunque existe la posibilidad de encontrar muchas más ya que se comenzaron a registrar algunas especies migratorias, las 33 especies corresponden al 9.9% y el 9.5% de especies registradas para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y el estado Querétaro respectivamente.



### Índice de Shannon & Wiener.

#### I. Diversidad para el transecto A.

El índice de diversidad de Shannon & W., tuvo un valor de 1.1772, lo cual se puede considerar como bajo, ya que en la mayoría de los ecosistemas naturales este valor varía entre 0,5 y 5, su valor normal o medio está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, los valores máximos de las comunidades naturales no suele sobrepasar el valor de 5. La diversidad máxima de especies estimada fue de 2.8904 por lo cual durante el monitoreo en el transecto se logró obtener una proporción del 40.73% de la diversidad máxima.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..21. **Cálculos para estimar el índice de diversidad de Shannon & W.**

ESPECIE	NI	ABUNDANCIA RELATIVA	LOGARITMO NATURAL DE LA ABUNDANCIA	
<i>Amazilia violiceps</i>	1	0.0323	-1.491470281	-0.04809991
<i>Cathartes aura</i>	1	0.0323	-1.491470281	-0.04809991
<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.0323	-1.491470281	-0.04809991
<i>Catherpes mexicanus</i>	1	0.0323	-1.491470281	-0.04809991
<i>Columbina inca</i>	5	0.1612	-0.792634963	-0.12777275
<i>Corvus corax</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Cynanthus latirostris</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Empidonas oberholseri</i>	2	0.0645	-1.190372958	-0.07679096
<i>Haemorhous mexicanus</i>	3	0.0967	-1.014573526	-0.09810926
<i>Mniotilta varia</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Myioborus pictus</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0.0645	-1.190372958	-0.07679096
<i>Regulus calendula</i>	4	0.129	-0.88941029	-0.11473392
<i>Salpinctes obsoletus</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275
<i>Sayornis nigricans</i>	2	0.0645	-1.190440285	-0.07678339
<i>Setophaga coronata</i>	2	0.0645	-1.190440285	-0.07678339
<i>Setophaga townsendi</i>	1	0.0323	-1.490797478	-0.04815275

	31			-1.1772
		$H'$ :	Índice de diversidad de Shanon-Wiener	1.1772
		Hmax:	Diversidad máxima estimada	2.8904
			% observado	40.73%

## II. Diversidad para el transecto B.

El índice de diversidad de Shannon & W., tuvo un valor de 0.9110 lo cual se puede considerar como bajo o muy bajo y menor en comparación al índice del transecto A.

La diversidad máxima de especies estimada fue de 3.1355 por lo cual durante el monitoreo en el transecto se logró obtener el 29.06% de la diversidad máxima. Siempre este índice se ve afectado por la concentración de las mayores abundancias en pocas especies, entonces al haber mucha dominancia el índice estima que la diversidad es baja, por ende el índice es más apto y veraz para muestreos muy amplios.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..22. **Cálculos para estimar el índice de diversidad de Shannon & W.**

ESPECIE	NI	ABUNDANCIA RELATIVA	LOGARITMO NATURAL DE LA ABUNDANCIA	
<i>Accipiter cooperii</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	16	0.0812	-1.090443971	-0.08854405
<i>Aeronautes saxatalis</i>	80	0.406	-0.391473966	-0.15893843
<i>Basileuterus rufifrons</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Cathartes aura</i>	25	0.1269	-0.896538378	-0.11377072
<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Corvus corax</i>	2	0.0101	-1.995678626	-0.02015635

<i>Empidonas oberholseri</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Eugenes fulgens</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Falco sparverius</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Junco phaeonothus</i>	5	0.0253	-1.596879479	-0.040401051
<i>Myioborus pictus</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Myadestes occidentalis</i>	2	0.0101	-1.995678626	-0.02015635
<i>Psaltriparus minimus</i>	18	0.0913	-1.039529222	-0.09490901
<i>Ptilogonys cinereus</i>	20	0.1015	-0.993533958	-0.10084369
<i>Regulus calendula</i>	6	0.0304	-1.517126416	-0.04612064
<i>Sayornis saya</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.0115051
<i>Setophaga coronata</i>	6	0.0304	-1.517126416	-0.04612064
<i>Setophaga townsendi</i>	4	0.0203	-1.692503962	-0.03435783
<i>Sphyrapicus varius</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
<i>Vireo huttoni</i>	2	0.0101	-1.995678626	-0.02015635
<i>Atlapetes pileatus</i>	1	0.005	-2.301029996	-0.01150515
	197			-0.911
		$H'$ :	Índice de diversidad de Shanon-Wiener	0.911
		Hmax:	Diversidad máxima estimada	3.1355
			% observado	29.06%

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**23. Listado de especies en alguna categoría de riesgo y/o endémicas registradas durante el monitoreo en la microcuenca.**

Nombre científico	NOM-059	Endemismo	Prioritarias para la Conservación	Nombre común
<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	-	-	Gavilán de Cooper
<i>Cyananthus latirostris</i>	-	SE	-	Colibrí pico ancho
<i>Amazilia violiceps</i>	-	SE	-	Colibrí corona violeta

<i>Myadestes occidentalis</i>	Pr	-	-	Clarín jilguero
<i>Ptilononyx cinereus</i>	-	CUASIENDÉMICA	-	capulinerio gris
<i>Basileuterus rufifrons</i>	-	CUASIENDÉMICA	-	Chipe Gorra Rufa
<i>Atlapetes pileatus</i>	-	ENDÉMICA	-	Atlapetes gorra rufa
<i>Junco phaeonotus</i>	-	CUASIENDÉMICA	-	Junco Ojo de Lumbre
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	-	-	-	Picogordo tigrillo

SE: Semi-endémica; Pr: Sujeta a protección especial.

### III. Abundancia relativa ( $\pi$ ). Transecto A.

La especie con abundancia relativa más alta fue *Columbina inca* seguida de *Regulus calendula*, se muestran las abundancias relativas por especie en la siguiente tabla:

**Tabla 24. Abundancia relativa por especie encontrada en el transecto A dentro de la microcuenca para ornitofauna.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	$\pi$
<i>Amazilia violiceps</i>	1	0.0323
<i>Cathartes aura</i>	1	0.0323
<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.0323
<i>Catherpes mexicanus</i>	1	0.0323
<i>Columbina inca</i>	5	0.1612
<i>Corvus corax</i>	1	0.0323
<i>Cynanthus latirostris</i>	1	0.0323
<i>Empidonas oberholseri</i>	2	0.0645
<i>Haemorhous mexicanus</i>	3	0.0967
<i>Mniotilta varia</i>	1	0.0323
<i>Myioborus pictus</i>	1	0.0323
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	1	0.0323
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0.0645

<i>Regulus calendula</i>	4	0.129
<i>Salpinctes obsoletus</i>	1	0.0323
<i>Sayornis nigricans</i>	2	0.0645
<i>Setophaga coronata</i>	2	0.0645
<i>Setophaga townsendi</i>	1	0.0323
Totales: 18 especies	<b>31 individuos</b>	

## IV. Abundancia relativa (pi). Transecto B.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..25. **Abundancia relativa por especie encontrada en el transecto B, dentro de la microcuencia para ornitofauna.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	pi
<i>Accipiter cooperii</i>	1	0.005
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	16	0.0812
<i>Aeronautes saxatalis</i>	80	0.406
<i>Basileuterus rufifrons</i>	1	0.005
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.005
<i>Cathartes aura</i>	25	0.1269
<i>Cardellina pusilla</i>	1	0.005
<i>Corvus corax</i>	2	0.0101
<i>Empidonas oberholseri</i>	1	0.005
<i>Eugenes fulgens</i>	1	0.005
<i>Falco sparverius</i>	1	0.005
<i>Junco phaeonothus</i>	5	0.0253
<i>Myioborus pictus</i>	1	0.005
<i>Myadestes occidentalis</i>	2	0.0101
<i>Psaltriparus minimus</i>	18	0.0913
<i>Ptilogonys cinereus</i>	20	0.1015

<i>Regulus calendula</i>	6	0.0304
<i>Sayornis saya</i>	1	0.005
<i>Setophaga coronata</i>	6	0.0304
<i>Setophaga townsendi</i>	4	0.0203
<i>Sphyrapicus varius</i>	1	0.005
<i>Vireo huttoni</i>	2	0.0101
<i>Atlapetes pileatus</i>	1	0.005
Totales: 23 especies	<b>197 individuos</b>	

#### V. Índice de Simpson (Dominancia). Transecto A

Las especies que ejercen la mayor dominancia relativa sobre la comunidad de aves fueron el la tórtola cola larga *Columbina inca* (43.47%) y el reyezuelo de rojo *Regulus calendula* (26.08%).

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..26. Cálculos para estimar la Dominancia mediante el índice de Simpson.

ESPECIE	$n_i(n_i-1)$	DOMINANCIA SIMPSON	DOMINANCIA RELATIVA
<i>Amazilia violiceps</i>	0	0	0%
<i>Cathartes aura</i>	0	0	0%
<i>Cardellina pusilla</i>	0	0	0%
<i>Catherpes mexicanus</i>	0	0	0%
<i>Columbina inca</i>	20	0.021505376	43.47%
<i>Corvus corax</i>	0	0	0%
<i>Cyananthus latirostris</i>	0	0	0%
<i>Empidonas oberholseri</i>	2	0.002150538	4.34%
<i>Haemorhous mexicanus</i>	6	0.006451613	13.04%
<i>Mniotilta varia</i>	0	0	0%
<i>Myioborus pictus</i>	0	0	0%

<i>Pheucticus melanocephalus</i>	0	0	0%
<i>Poliophtila caerulea</i>	2	0.002150538	4.34%
<i>Regulus calendula</i>	12	0.012903226	26.08%
<i>Salpinctes obsoletus</i>	0	0	0%
<i>Sayornis nigricans</i>	2	0.002150538	4.34%
<i>Setophaga coronata</i>	2	0.002150538	4.34%
<i>Setophaga townsendi</i>	0	0	0%
<b>Total</b>		0.049462366	100%

## VI. Índice de Simpson (Dominancia). Transecto B.

Las especies que ejercen la mayor dominancia relativa sobre la comunidad de aves fueron el vencejo pecho blanco *Aeronautes saxatalis* (79.55%) y el zopilote aura *Cathartes aura* (7.55%)

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..27. Cálculos para estimar la Dominancia mediante el índice de Simpson.

ESPECIE	ni(ni-1)	DOMINANCIA SIMPSON	DOMINANCIA RELATIVA
<i>Accipiter cooperii</i>	0	0	0.00%
<i>Aphelocoma wollweberi</i>	240	0.006216	3.02%
<i>Aeronautes saxatalis</i>	6320	0.16368	79.55%
<i>Basileuterus rufifrons</i>	0	0	0.00%
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	0.00%
<i>Cathartes aura</i>	600	0.015539	7.55%
<i>Cardellina pusilla</i>	0	0	0.00%
<i>Corvus corax</i>	2	0.000052	0.02%
<i>Empidonas oberholseri</i>	0	0	0.00%
<i>Eugenes fulgens</i>	0	0	0.00%

<i>Falco sparverius</i>	0	0	0.00%
<i>Junco phaeonothus</i>	20	0.000518	0.00%
<i>Myioborus pictus</i>	0	0	0.00%
<i>Myadestes occidentalis</i>	2	0.000052	0.02%
<i>Psaltriparus minimus</i>	306	0.007925	3.85%
<i>Ptilononyx cinereus</i>	380	0.009842	4.78%
<i>Regulus calendula</i>	30	0.000777	0.37%
<i>Sayornis saya</i>	0	0	0.00%
<i>Setophaga coronata</i>	30	0.000777	0.37%
<i>Setophaga townsendi</i>	12	0.000311	0.15%
<i>Sphyrapicus varius</i>	0	0	0.00%
<i>Vireo huttoni</i>	2	0.000052	0.02%
<i>Atlapetes pileatus</i>	0	0	0.00%
<b>Total</b>		0.205739	100%

## VII. Índice de Jaccard (beta diversidad).

Para calcular este índice se consideran las especies comunes entre 2 sitios o parcelas y el número de especies encontradas en cada una de ellas. Se compararon los 3 sitios visitados para la el monitoreo de aves dentro de la microcuenca (Mina “La Negra”, transecto A y transecto B).

Éste índice nos indica el porcentaje de similitud en cuanto a diversidad de especies y es importante saberlo para encontrar el recambio o gradiente que se presenta en los ecosistemas estudiados.

Para la mina “La Negra” y el transecto A se encontró un 25.64% de similitud que es considerado un valor bajo e indica que en base a los muestreos que las comunidades no son significativamente semejantes.

Para la mina “La Negra” y el transecto B se encontró un 15.22% que es el menor valor encontrado comparando los sitios por su diversidad, indica también que hay un recambio importante en la comunidad o ecosistema influenciado principalmente por la cobertura vegetal.



Al comparar los transecto A y B con este índice encontramos que hay un 24.24% de similitud, que es semejante al recambio que hay para la mina y el transecto A, es importante mencionar que al tratarse de un grupo en el que se presentan especies migratorias en base a la estacionalidad, es difícil ser los más exactos posibles calculando el índice ya que para ello se tendrían que hacer muestreos extensos durante todas las estaciones del año para estimar con mayor veracidad la similitud de diversidad en los ecosistemas presentes en la microcuenca.

Así pues, se encontró que en base al monitoreo efectuado hay una baja semejanza o relativamente alta heterogeneidad en la diversidad de los sitios visitados.

Por otra parte, al comparar los resultados del monitoreo total de aves entre la Microcuenca y el predio de interés encontramos lo siguiente: en el predio interés en la minera la Negra se encontraron 31 especies de aves; sin embargo como se mencionó se tomaron en cuenta también las aves que estaban en la zona de influencia; estrictamente dentro del predio de interés se encontraron 21 especies de aves ya que las otras 10 especies de aves se encontraron dentro de la zona de influencia, la cual también correspondería también a la Microcuenca (fuera de la zona de interés).

Durante el monitoreo llevado a cabo en la Microcuenca en la segunda salida (fuera de la zona de interés) se encontraron 33 especies en total, cabe destacar que fueron tomadas en cuenta 7 especies de aves encontradas en el ecotono es decir en la transición entre el matorral submontano (Tipo de vegetación del predio de interés) y el bosque de pino-encino. Si se descartan estas especies encontradas en el ecotono, las cuales son más propias de lugares más altos de bosque de pino-encino, tenemos un total de 26 especies.

De esta manera tenemos que la cantidad de especies de aves encontradas durante la segunda salida en la Microcuenca es de 26 especies, contra 21 especies las encontradas en el predio. Por último, si sumamos el número de especies de aves encontradas en la zona de influencia en la primera salida (7 especies) con las especies encontradas en la Microcuenca en la segunda salida (26 especies) tenemos que la comparación más exacta entre los dos lugares es de 33 especies en la Microcuenca contra las 21 especies encontradas en el predio. En total fueron 12 las especies encontradas en común entre el predio y la Microcuenca, lo que nos representa un porcentaje de similitud del 28.57% para las 42 especies de aves encontradas en total.

## VIII. Conclusiones

Se considera que el presente estudio o monitoreo de los grupos faunísticos fue importante para conocer en primera instancia una fracción las especies presentes en la región, en conjunto se identificaron para los transecto A y B a 45 especies de fauna silvestre, 5 más en comparación de las 41 halladas en las inmediaciones de la zona del proyecto (Depósito de Jales 5), lo que puede representar que la ampliación del muestreo resultó ser provechosa.

Asimismo se identificaron especies como la rana de árbol de orejas chicas que en base a la IUCN tiene un estatus de casi amenazada (NT) y que es de alta importancia para la conservación ya que sus poblaciones están disminuyendo y además se trata de una especie endémica de México y que junto con las otras especies de anfibios encontradas y en el resto del planeta están sufriendo una extinción masiva de escalas nunca antes vista. Por ello el manejo estricto de residuos y la aplicación de las normas mencionadas en el presente documento para la regulación de los contaminantes y su manejo deben ser llevadas a cabo con el fin de evitar a toda costa la contaminación de los cuerpos de agua lénticos y lóticos de la microcuenca además de los mantos acuíferos, lo que también tiene implicaciones sociales para el hombre, además de esto se recomienda que las comunidades y pueblos cercanos se concienticen de la importancia de evitar contaminar las fuentes de agua y controlar/manejar adecuadamente los desechos para valorar mayormente este preciado recurso.

Es importante mencionar que se encontró con una especie endémica para aves, reptiles y mamíferos, las cuales son el atlapetes gorra rufa, la lagartija de collar y la ardilla de Peter respectivamente. Este hecho confirma la importancia como ecosistema al Semidesierto Queretano, a la Sierra Gorda como regiones naturales y el ecotono entre ellas, ya que el presente estudio es una subestimación de la verdadera riqueza e importancia de especies que albergan y no sería raro encontrar a más especies endémicas de fauna que pueden estar presentes en la microcuenca.

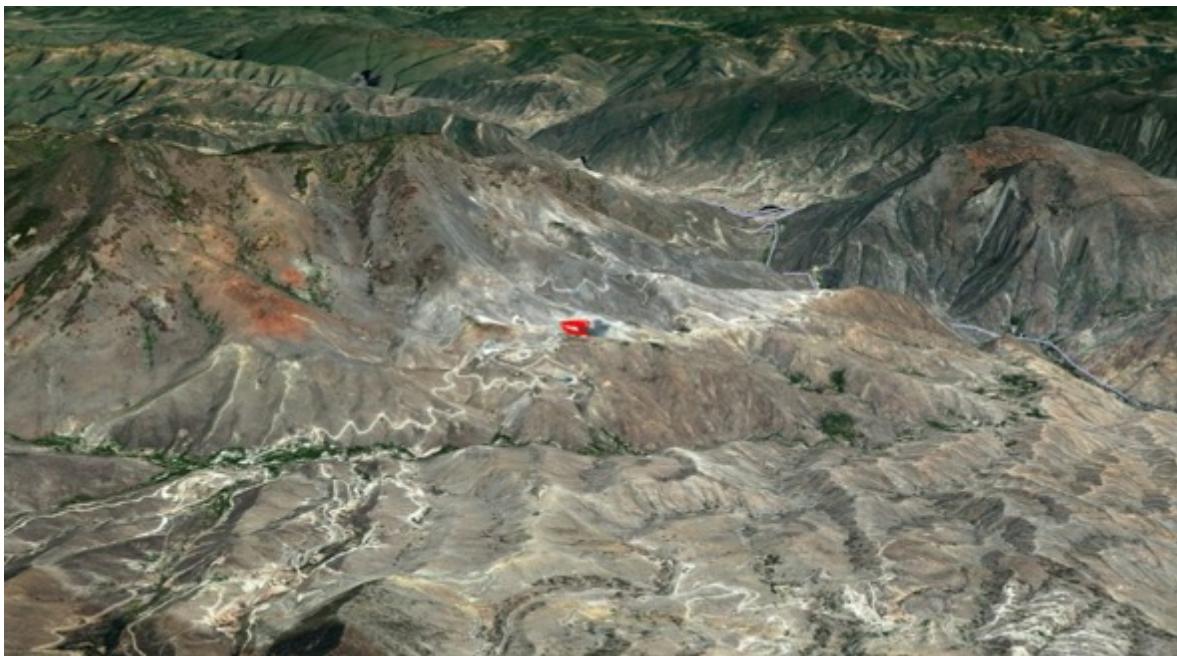
Cabe reiterar que en la zona del proyecto por sus características el desplazamiento de fauna es nulo y la zona al estar totalmente alterada no presenta las condiciones para que la fauna se establezca en el lugar por lo que no se tiene impacto significativo alguno dentro del predio.

#### ***IV.2.3. Paisaje***

Los factores de evaluación del paisaje pueden sintetizarse posteriormente en un plano único basado en criterios jerárquicos aglutinadores. Una buena descripción de estas metodologías puede consultarse en Escribano *et al.* (1987), quien menciona que la definición como tal del término se

refiere particularmente a una fuente de información interpretable por el humano, que también es analizable y experimental. Dentro de la descripción de la metodología del autor, se pueden visualizar tres perspectivas: El enfoque artístico-estético, ecológico-geográfico y el cultural. Dentro de la definición de la perspectiva ecológica (la que demanda más peso en el presente proyecto), incluimos la consideración conjunta de componentes y procesos, así como la distinción del *fenosistema* y el *criptosistema* (conjunto de procesos causales poco perceptibles que modifican al anterior).

El sitio en el cual se localiza el proyecto de construcción de las piletas de aguas de proceso se encuentra en un área de pendiente de más del 23% (con excepción de la sección de terreno en dónde se encontrarán los depósitos), con suelos de textura media y gravas que poseen una serie de colores variados debido al cambio de naturaleza geológica y edafológica de la transición entre las dos regiones bien marcadas entre provincias fisiográficas, tipos de vegetación y suelos. Dentro de la zona más próxima no se encuentran especímenes de vegetación, sin llevar a cabo una etapa de recuperación (por las continuas actividades y movilidad), además de que la presencia de fauna es limitada o nula a raíz de las actividades antrópicas.



**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**21. Detalle de vista elevada de la ubicación del proyecto, con visibilidad de pendientes y las formas de relieve de los alrededores inmediatos.**

Por otra parte, dentro del criptosistema, uno de los aspectos moderadamente visibles a simple vista incluyen la presencia de rocas sedimentarias tipo lutita-caliza (Formación *Las Trancas*) en conjunto con ígneas plutónicas como la granodiorita. El terreno que corresponde a la mina está despejado de vegetación representativa del ecotono entre el matorral submontano y la vegetación asociada al clima templado subhúmedo. Cabe destacar que por las actividades comunes de la mina, hay un nivel notable de degradación del suelo, maximizada por la presencia de suelos muy delgados, que son comunes en pendientes elevadas en esta zona.

- *Visibilidad*

Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

Dentro del presente marco, podemos describir al proyecto dentro de una construcción dedicada a la explotación de recursos presentes en los yacimientos minerales sin otra finalidad más que la del acoplamiento de distintos procesos que, por sí mismos, buscan eficientizarse para lograr la máxima capacidad de extracción en el menor tiempo. Sin embargo, hablando en escalas más amplias, el área que ocupa el presente conjunto de piletas (30 043 m<sup>2</sup>) es lo suficientemente extensa para intervenir sobre la visibilidad y los aspectos que le atribuyen. Además, desde hace ya 23 años, la acumulación de jales en esta zona dentro de las presas designadas como contenedores de estos restos, siguen cumpliendo funciones a la vez que se manifiestan como un punto bastante heterogéneo en comparación con el resto del entorno próximo (especificándose en las elevaciones antes mencionadas).

Así mismo, al tratarse de una construcción que no formará parte de una zona urbana, los impactos que se pudieran denominar como *distractores* dentro de la visibilidad del paisaje natural sólo se pueden manifestar cuando las estructuras antropogénicas se encuentra en un aislamiento o confinación sobre algún componente del entorno extenso. Al tratarse de una zona parcialmente poblada, en conjunto con la localidad de Maconí, el paisaje local (se podría delimitar como unidad paisajística el valle que coincide con la formación *El Doctor*) se vería impactado a través de la visibilidad, aunque en menor medida que el ocasionado por la ocupación poblacional de la localidad desde sus inicios hasta la actualidad.

- *Contaminación visual*

El presente proyecto se catalogaría como un elemento que perturbaría definitivamente la percepción de color, textura y relieve, como en *Visibilidad* se explica, casi de la misma forma que las restantes edificaciones del proyecto minero y de la comunidad próxima, Maconí.

Por otro lado, también se debe tomar en cuenta que la naturaleza de los jales los hace sumamente perceptibles como focos de contaminación de agua y suelo, y también de forma visual, debido a los impactos de riesgo (potencial toxicidad) que pueden vislumbrarse muchas veces a través del cambio de color ligado al pH y a las condiciones reductoras (Ramos-Arroyo, 2005). Los colores incluyen cambios de claridad del tono en el suelo, oxidación de compuestos como sulfuros de metales, presencia de óxidos muy identificables como los de hierro (que le confieren tonalidades naranjas, amarillas y rojas), la acumulación de materia orgánica en el sustrato y los productos de reducción química. Al llevarse la construcción sobre los jales mineros se minimiza el impacto excedente o añadido a la zona del proyecto.

- *Calidad Paisajística*

Incluye tres elementos de percepción a partir de los parámetros del *fenosistema* y el *criptosistema*, relacionados de manera directa con el impacto de los componentes naturales en la visualización y su interpretación en valores estéticos (Morláns, 2007). Las sociedades generan distintos tipos de paisajes y estrategias visuales dependiendo de sus pautas de asentamiento y de su relación ecológica, económica y social con el entorno (natural y humano). A continuación se muestran 3 parámetros dentro de la evaluación de la calidad del paisaje:

*Características intrínsecas del sitio*

Hay que tener en cuenta que las preferencias están siempre determinadas por el fuerte grado de subjetividad del observador y que éstas, por muy extendidas que estén, no tienen por qué coincidir con la valoración intrínseca de un paisaje como recurso natural, y por lo tanto con la necesidad de su conservación. La misma actividad minera, pues, está relacionada con las fuentes de riqueza que puede ofrecer el lugar sin necesidad de ser vistas en primer plano, al igual que la presencia de componentes del paisaje y de la región que puedan fungir como fuentes de materia prima distintas a la explotación mineral. Sin embargo, a pesar del posible potencial de aprovechamiento de otro tipo de recursos, no

se mencionan otras fuentes naturales de riqueza o singularidades intrínsecas del mismo interés que desata la actividad extractiva.

#### *Calidad visual*

En cuanto al entorno inmediato (descrito como todo lo que posee características naturales que se extienden hasta los 700 metros) y señalando la posibilidad de observación de elementos visualmente atractivos (Morláns, 2007), la calidad visual que reside bajo este marco de evaluación arroja que en distintos puntos con parámetros morfológicos bien marcados están establecidas *huellas* de la modificación antrópica, que dentro del *valle de Maconí* son cada vez más comunes, tanto en los sitios habitados y de actividad comercial, como los de la actividad primaria de extracción. A nivel local (dentro de los límites del proyecto y del radio de 0.7 km, encontramos una eficiencia de la calidad visual en un nivel regular a bajo en cuanto su influencia paisajística.

#### *Calidad de fondo escénico*

Evalúa la calidad del fondo visual del paisaje considerando aspectos como intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas. En el aspecto de intervisibilidad se podría concluir rápidamente que hay una limitación altitudinal en el alcance de la lejanía de visión, claramente no dependiente ni del proyecto como tal, ni de sus inmediaciones antrópicas. El área de piletas y depósito de azolve se encuentra localizado en un punto medio entre las elevaciones más alta y más baja del sistema ambiental, alrededor de los 1 900 msnm, la cual ofrece una ventaja de visibilidad y vía de medición de parámetros a evaluar como la contaminación visual o frecuencia humana. Las únicas singularidades hidrológicas-geológicas situadas en las cercanías a la localidad de Maconí son las cascadas y depósitos de agua como la llamada “*Velo de Novia*”, además de las grutas “*Los Piñones*” y “*La Esperanza*” que fungen como patrimonio local, pero que no están presentes ni expuestas a la influencia del proyecto minero, por lo menos hasta la fecha (Redacción, 2016).

- *Fragilidad Paisajística*

La fragilidad intrínseca depende de las características del territorio, que a su vez se estudia bajo tres factores: biofísicos, de visualización y singularidad, y de accesibilidad.

#### *Factores biofísicos*

Son descritos como factores biofísicos la pendiente, y la vegetación.

La pendiente del proyecto requiere que las estructuras de almacén de agua y de azolves se encuentren en una superficie sin inclinación, ya existente por el aprovechamiento de la presa; se concluye que este factor se ve afectado en un grado nulo, ya que la adaptación del sitio para estas unidades de almacenamiento había sido prevista y realizada hace ya tiempo atrás, antes del establecimiento del presente.

La vegetación en los alrededores tiene un ligero nivel de heterogeneidad al tratarse de una zona ecotono entre la vegetación de los puntos más bajos y altos de las formaciones rocosas ubicadas hacia el norte de las piletas, y también hacia el lado opuesto de la elevación rocosa en dónde está instalado el presente proyecto. En el interior del proyecto no se podrá evaluar directamente la relación de la vegetación con la fragilidad paisajística porque no hay presencia de tal a raíz de la movilidad y los procesos internos de la mina.

#### *Factores de visualización y singularidad*

La visualización como factor puede ser calificado mediante el alcance de detalle del tamaño de la cuenca y su forma. Debido a las desventajas provocadas por los cambios abruptos de pendiente y por la ubicación no centrada en el S.A. (Microcuenca *Maconí*), resulta no favorable al parámetro de fragilidad debido no al proyecto mismo ni a la mina, sino a la orografía y distribución de espacio establecido para delimitar a la cuenca. A través del factor de visualización, se podría considerar una fragilidad media.

La singularidad radica en los elementos distintivos y dotados de riqueza antes mencionados (cascadas, cuerpos de agua y grutas), los cuales le otorgarían a este parámetro un nivel de fragilidad alto.

#### *Factores de accesibilidad*

Numerosas comunidades escogen la ubicación de sus lugares de asentamiento a partir del grado de inaccesibilidad (física) y control (visual) del entorno que puedan obtener, lo cual está en relación con la existencia de crecientes tensiones territoriales derivadas de la saturación demográfica, la competición por los recursos naturales, el comercio, la relación con entidades externas o la desigualdad social y política.

En relación con la dimensión intragrupal, el control visual puede actuar como refuerzo de la zonificación (zonificación visual) que estructura el asentamiento en base a las relaciones de poder y

desigualdad social: la visibilidad es a menudo prestigio. A partir de la información de intervisibilidad entre lugares de asentamiento de distinta categoría jerárquica y funcional, pueden elaborarse esquemas o mapas de áreas de control territorial. Bajo este marco podríamos situar a la mina y sus extensiones (incluido este proyecto) como un área de control indeliberada, que depende en mayor medida de la disponibilidad de extracción de los recursos mineros más que de la búsqueda y obtención de la amplitud visual.

- *Frecuencia humana*

Se le asignará a la frecuencia humana un valor alto debido a que es un sitio operado de forma continua (con excepciones en sus procesos que no permitirían una continuidad amplia de la explotación mineral, como la sobrecarga de jales en los depósitos destinados a contenerlos y secarlos). Esta tendencia seguirá hasta el final de las operaciones de la mina como tal.

#### **IV.2.4. Medio socioeconómico**

- *Demografía*

*Población actual*

El sistema Ambiental del proyecto de operación de Minera La Negra, está ubicado en el municipio de Cadereyta de Montes del Estado de Querétaro. El municipio de Cadereyta se ubica al este del Estado de Querétaro, y cuenta con una población de 64,183 habitantes en una superficie de 1351.475 km<sup>2</sup>, por lo tanto presenta una densidad de población de 47.49 habitantes /km<sup>2</sup>.

Sus colindancias son: al noreste con el municipio de San Joaquín; al noroeste con Peñamiller; al norte con Pinal de Amoles; al oeste con Tolimán; al suroeste con Ezequiel Montes; al este con Zimapán; al sur con Tecozautla; y al noreste con Pacula (los últimos tres en el Estado de Hidalgo). La localidad más cercana al proyecto, es la localidad de Maconí, está ubicada aproximadamente a 1.0 km de la Mina *La Negra*.

Las principales localidades que conforman este municipio, su población se mencionan en la siguiente tabla:



**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**28. Principales localidades del municipio de Cadereyta de Montes.**

Nombre	Población	Porcentaje de población municipal
Cadereyta d de Montes	13,347	20.8
El Aguacate	498	0.78
Boyé	1,975	3.08
El Doctor	161	0.25
Higuerillas	1,539	2.4
Maconí	756	1.18
El Palmar (Santa María del Palmar)	2,884	4.49
Pathé	663	1.03
Vizarrón de Montes	2,235	3.48
Bellavista del Río	1,955	3.05

*Estructura por sexo y edad del municipio*

De acuerdo con INEGI 2010, la localidad de Maconí, tiene una población de 756, de las cuales 373 son hombres y 383 mujeres.

Como se observa en la siguiente tabla, la población de la localidad de Maconí, se ubica en el rango de 15-64 años, es decir es una población que está en la etapa productiva y por la tanto demanda fuente de trabajo.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**29. Distribución de la población por grandes grupos de edad 2010.**

	Municipio	Maconí
<b>Población total</b>	64,183	756
<b>Población de 0 a 14 años</b>	22,000	283
<b>Población de 15 a 64 año</b>	38,446	425
<b>Población de 65 años y más</b>	3,683	62

Fuente INEGI 2010

En los datos del CONEVAL se observa que la localidad de Maconí presenta un grado de marginación alto.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**30. Indicadores de Marginación**

Localidad Maconí	2005	2010
<b>Población total</b>	546	756
<b>% Población de 15 años o más analfabeta</b>	14.09	9.30
<b>% Población de 15 años o más sin primaria completa</b>	36.15	24.68
<b>% Viviendas particulares habitadas sin excusado</b>	13.91	6.45
<b>% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica</b>	5.22	2.58
<b>% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada</b>	80.00	13.64
<b>% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas</b>	49.57	1.26
<b>% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra</b>	8.70	2.60
<b>% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador</b>	39.13	19.35
<b>Índice de marginación</b>	-0.56287	-0.95242
<b>Grado de marginación</b>	Alto	Medio
<b>Lugar que ocupa en el contexto nacional</b>		91,703

Fuente: CONEVAL, revisado en abril 2015.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**31. Indicadores de rezago social**

Maconí	2005	2010
Población total	546	756
% de población de 15 años o más analfabeta	14.09	9.3
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	2.52	6.98
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	64.19	46.93
% de población sin derecho-habiencia a servicios de salud	71.25	21.56
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	8.7	2.58

% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	15.65	6.45
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	80	13.55
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	29.57	10.97
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	5.22	2.58
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	58.26	39.35
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	39.13	19.35
Índice de rezago social	-0.65125	-1.05571
Grado de rezago social	2 bajo	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	0	0

Fuente: CONEVAL, revisado en abril 2015.

Según lo publicado en el Censo y Población y Vivienda INEGI 2010, 76.9% de la población en el municipio de Cadereyta de Montes cuenta con derecho a servicio de salud de alguna institución pública. Este porcentaje asciende a 78.4 % en la localidad de Maconí. En la siguiente tabla se desglosa la derecho-habiciencia de la población en el municipio y localidad de Maconí que esta próxima al área de estudio.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**32. Derecho-habiciencia del municipio y de la localidad de Maconí.**

Escala	Población sin derecho-habiciencia	Población con derechohabiciencia			
		Total (2010)	Seguro popular	IMSS	ISTE
<b>Municipio Cadereyta de Montes</b>	14,682	49,392	42,005	5,422	2007
<b>Localidad Maconí</b>	163	593	364	217	14

*Natalidad y mortalidad en el municipio*

En cuanto a la natalidad se tiene 1.9 niños nacidos vivos en mujeres de 15 a 49 años. En cuanto al porcentaje de hijos fallecidos en mujer mayores de 12 años se encuentra a un 3.7% de la población (INEGI, 2015). En cuanto al total de nacimiento se observaron 1 308 nacimientos con 638 niños y 670 niñas (INEGI, 2017).

En el aspecto de defunciones se registraron 326 personas de las que 171 fueron hombres y 155 mujeres (INEGI, 2017).

- *Factores socioculturales*

*Migración en el municipio*

En el Municipio de Municipio Cadereyta de Montes como en cualquier otra comunidad los índices de migración son un aspecto social que se debe determinar, del total de los habitantes 64,183 personas, 58,383 se encuentran en la entidad, comprendido de 28,012 hombres y 30,371 mujeres respectivamente, solamente 5,143 habitantes se encuentran en otra entidad; 2,251 son hombres y 2,892 mujeres, las personas ubicadas en Estados Unidos de América son 521 habiendo un balance del número en proporción al sexo, solamente 24 personas están en otro país y 112 no fueron especificados.

<b>MIGRACIÓN</b>			
<b>Lugar de Nacimiento</b>	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Total</b>	<b>64,183</b>	<b>30,585</b>	<b>33,598</b>
En la Entidad	58,383	28,012	30,371
En Otra Entidad	5,143	2,251	2,892
En los Estados Unidos de América	521	258	263
En Otro País	24	10	14
No Especificado	112	54	58

**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..22. **Migración del municipio de Cadereyta de Montes.**

*Salud en el municipio*

Los datos censados en 2015 nos demuestran que existe un 88.9% de población de Cadereyta afiliada a algún servicio de atención a la salud (INEGI, 2015).

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**33. Afiliación a servicios de salud.**

Población de Cadereyta de Montes en distribución porcentual según condición de afiliación a servicios de salud en el 2015.									
Total de personas	% Total afiliados	% IMSS	% ISSSTE estatal	% PEMEX, Defensa o Marina	% Seguro Popular o para una Nueva Generación	% Institución privada	% Otra institución	% No afiliada	% No especificado
69,549	88.9	9.95	2.99	0.01	88.45	0.33	0.23	10.90	0.2

(INEGI, 2017)

El personal médico que atiende las instituciones de salud esta contabilizado en 9 médicos en IMSS, 1 médico para el DIF y 159 para SSA. Estos elementos se distribuyen en 2 unidad del IMSS, 18 unidades de SSA y 1 unidad del DIF (INEGI, 2017).

*Educación en el municipio*

Para este apartado encontramos que para los jóvenes de 15 años el 4.8% se encuentran en situación de analfabetismo (INEGI, 2015).

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**34 Educación en niños**

Población de 6 a 14 años en Cadereyta de Montes y su distribución porcentual según aptitud para leer y escribir, y sexo en el 2015.							
Total de personas	% Total que sabe leer y escribir	% Hombres	% Mujeres	% Total no sabe leer y escribir	% Hombres	% Mujeres	% No especificado

13 796	89.03	47.39	52.61	8.52	54.04	45.96	2.45
--------	-------	-------	-------	------	-------	-------	------

(INEGI, 2017)

Por otro lado de tuvieron registradas 1720 personas en el sistema de alfabetización en 2016 de las cuales 963 fueron mujeres mientras que 534 personas estuvieron reconocidas como alfabetizadas con 299 mujeres entre estas. En estas actividades de alfabetización participaron 82 alfabetizadores (INEGI, 2017).

*Escolaridad en el municipio*

La encuesta intercensal 2010-2015 indica que solo un 59.2% de niños de 3 a 5 años asiste a la escuela, mientras que del total de niños de 6 a 14 años hasta un 96.7% asiste a la escuela. Para la población con 15 años o más se encuentra un promedio de escolaridad del 8.9% (INEGI, 2015).

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**35 Escolaridad de posgrado**

<b>Alumnos inscritos, egresados y graduados en Ciclo escolar 2015/16</b>			
	Alumnos inscritos a/	Alumnos egresados	Alumnos graduados
Total	448	65	70
Ciencias sociales, administración y derecho	448	65	70

(INEGI, 2017)

*Etnografía*

En el municipio de Cadereyta las fiestas populares son en su mayoría fiestas de origen religioso; no hay un sólo mes del año que no cuente con una o varias fiestas en diferentes puntos del municipio.

Con el fin de retomar la importancia de los patronos de la parroquia, se vuelve a celebrar el novenario de San Pedro y San Pablo, mezclando las fiestas religiosas con las paganas. La celebración incluye: novenario, procesión con música y cohetes, misa y santo rosario. Los santos patronos de San Pedro y San Pablo recorren más de 35 comunidades y colonias aledañas a la Cabecera Municipal.

A continuación se proporciona una lista de las fiestas más populares y de mayor arraigo en la población.

**Tabla 36. Fiestas más populares.**

Nombre	Fecha	Comunidad	Motivo	Eventos
Ntra. Sra. de Guadalupe	Enero	El Palmar	Las 4 apariciones.	Mañanitas, misas, danzas, baile.
Fiesta de la Candelaria	1 y 2 de febrero	San Gaspar	La Epifanía de Nuestro Señor. Bendición de ceras y semillas.	Mañanitas, misa de función.
Carnaval	Febrero	Mintehé	Inicio de Cuaresma.	Confirmaciones, juegos deportivos, procesión, juegos pirotécnicos, baile de gala y verbena popular.
Fiestas patronales de San José	19 de marzo	Vizarrón	Festejo del Señor San José.	Mañanitas, misa de función, confirmaciones, juegos pirotécnicos, procesión, baile de gala y verbena popular.
Fiesta de Chalma	Abril	Barrio de San Diego	Fiesta del Señor de Chalma.	Procesión del Estado de México al barrio de San Diego Cadereyta.
La Santa Cruz	3 de mayo	San Javier y Cadereyta	La adoración de la Santa Cruz.	Mañanitas, misas y procesión.
Fiesta de San Isidro	15 de mayo	Zituní	En honor de San Isidro Labrador.	Mañanitas, misa de función y procesión de tractores.
Fiesta de San Antonio	13 de junio	Boyé y El Doctor	En honor de San Antonio de Padua.	Mañanitas, procesión y rosario.

San Pedro y San Pablo	29 de junio	Cadereyta	En honor de los patrones de la parroquia.	Misa de función.
Fiesta del Refugio	4 de julio	Barrio El Refugio en Cadereyta	En honor de Nuestra Señora del Refugio.	Novena, mañanitas, misa de función procesión, baile y la presentación de la Reina de la Feria Anual.
Fiesta del Sr. Santiago	25 de julio	El Palmar, Barrio de los Martínez	En honor del Señor Santiago.	Misa.
Nuestra Señora de Belén	18 de agosto	Barrio de San Gaspar	Festividad en honor de Nuestra Señora de Belén.	Misa de función, procesión y danzas.
Nuestra Señora del Sagrario	8 de septiembre	Cadereyta	Festividad en honor de Nuestra Señora del Sagrario.	Novena, mañanitas, misas, danzas, rosario.
Feria anual	Septiembre	Cadereyta	Proyección regional y nacional del municipio.	Exposiciones, concursos, bailes, eventos deportivos.
Santa Cecilia	22 de noviembre	Barrio de la Magdalena	Festividades en honor de la patrona de los músicos.	Misa, feria de conjuntos, bandas musicales y tríos.
Fiesta de la Concepción	8 de diciembre	Cadereyta	En honor de la Purísima Concepción	Misa, rosario, programa literario musical, verbena popular y castillo.
Carros Bíblicos	24 de diciembre	Cadereyta	Recorrido de carros bíblicos.	Desfile de carros bíblicos.

(INAFED, 2010)

#### *Población económica activa (PEA) del municipio*

En cuanto a la población económicamente activa resalta un incremento en el porcentaje de mujeres jefas de familia de 18.8% en el censo de 2010 a 24.6% en el intercensal 2015 (INEGI, 2015).

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**37. Ocupación laboral de la población.**



Población ocupada del municipio de Cadereyta de Montes y su distribución porcentual según división ocupacional en el año 2015					
% Total	% Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos b/	% Trabajadores agropecuarios	% Trabajadores en la industria	% Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	% No especificado
22 272	13.89	11.17	30.43	43.80	0.72

(INEGI, 2015)

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**38. Población económicamente activa en el estado de Querétaro.**

Tepezalá

6 234

13.60

15.37

35.88

34.92

0.22

**Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según división ocupacional Al 15 de marzo de 2015**

Cuadro 10.4

Municipio	Total	División ocupacional a/ (Porcentaje)				
		Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos b/	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria c/	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos d/	No especificado
<b>Estado</b>	<b>832 670</b>	<b>30.37</b>	<b>3.78</b>	<b>26.28</b>	<b>38.59</b>	<b>0.98</b>
Amealco de Bonfil	19 141	9.68	20.68	27.16	41.17	1.31
Arroyo Seco	3 429	16.86	18.29	20.65	42.84	1.37
Cadereyta de Montes	22 272	13.89	11.17	30.43	43.80	0.72
Colón	22 525	10.55	14.09	36.72	38.14	0.50
Corregidora	80 832	45.47	0.84	17.41	35.30	0.99
El Marqués	66 015	24.88	4.15	33.69	36.09	1.19
Ezequiel Montes	15 837	15.75	10.96	22.04	50.36	0.89
Huimilpan	12 335	10.78	11.41	25.57	51.68	0.55
Jalpan de Serra	8 045	27.15	10.33	13.76	47.32	1.44
Landa de Matamoros	3 807	15.63	21.80	18.65	42.58	1.34

(Continúa)

&lt;1/2&gt;

### *Actividades económicas*

#### *Sector Primario (Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería y Pesca)*

En Querétaro existe actividad minera desde épocas muy antiguas. En la Sierra Gorda, de acuerdo con estudios arqueológicos, se realizaron explotaciones a cielo abierto desde el siglo XIII a.C. y subterráneas en el siglo X a.C. para producir cinabrio, también conocido como mercurio.

Querétaro, a diferencia de otras entidades en el país, sostiene una estrategia de mesura y sensibilidad ante sus reservas y potencial minero. Esto ha motivado a implementar una reticencia a ser parte de las nuevas políticas de neo-colonización y rendir sus recursos a mineras extranjeras.

Los recursos de este subsector se integran por aquellos minerales que se extraen con algún fin específico. De nuevo es importante mencionar que, dada la cantidad limitada de recursos, Querétaro mesura su capacidad de explotación.

#### *Sector secundario (Construcción e Industria manufacturera)*

En el rubro de infraestructura productiva en el estado, el municipio de Cadereyta de Montes cuenta con un complejo industrial denominado *Parque Industrial Cadereyta* (Secretaría de Economía, 2016).

El 70% de las empresas establecidas pertenecen a la rama textil, el 25% a la marmolera y el 5% restante a la piedra caliza. La actividad marmolera tiene más de 30 talleres que producen aproximadamente unas 3 mil toneladas diarias de mármol y sus derivados, distribuidas a diferentes puntos del país y el extranjero (Gobierno del Estado de Querétaro, 2016).

#### *Sector terciario (Comercio, Servicios y Transportes)*

En el municipio de Cadereyta se encuentran ubicados algunos atractivos turísticos pertenecientes al sector terciario y que fungen como los más importantes después de las actividades comerciales de productos y servicios básicos a los que una parte de la población puede acceder.

Dentro del sector turismo, uno de los lugares relacionados con el conocimiento y la conservación de cactáceas y plantas de regiones áridas y semiáridas del continente conocido como atractivo turístico y académico es la Quinta *Fernando Schmoll* (y el Jardín Botánico asociado al mismo), el cual está cercano a cumplir un siglo en sus actividades y tiene reconocimiento por parte de muchos seguidores, aficionados y naturalistas en el estado.

Otro de los atractivos turísticos con popularidad media se encuentra en el pueblo de Vizarrón, del cual se aprecian sus paisajes rurales y algunos sitios de interés estético sobre su arquitectura. Existen en esta localidad algunas edificaciones y sitios públicos construidos con mármol (Román, 2009).

#### ***IV.2.5. Diagnóstico Ambiental***

- *Síntesis, Integración e Interpretación del inventario ambiental*

El Sistema Ambiental comprende cinco tipos de clima, siendo los que se establecen en el área del proyecto el semicálido subhúmedo tipo (A)C(w0)(w) y el templado subhúmedo C(w<sub>2</sub>), lo cual lo arroja en un sitio con variabilidad climática más amplia que sus dos componentes por separado.

Geomorfológicamente la provincia corresponde al tipo de sierras plegadas, así que presenta una topografía abrupta y arroyos profundos. Las geoformas están controladas principalmente por rocas calcáreas y arcillosas. La característica morfológica observada en el sitio del proyecto es de Laderas montañosas de pliegues recostados de calizas, con alta disección fluvial.

Geológicamente, el terreno se encuentra asentado sobre rocas de tipo caliza y caliza-lutita, ambas formadas en el Cretácico inferior; las rocas con clave Ks y Ki son rocas que se formaron en la era mesozoica en el periodo del cretácico superior hace 145 a 65 millones de años.

La inclinación de los estratos es muy variable debido a que la secuencia sedimentaria está plegada, formando pliegues cuyo plano axial está recostado hacia el NE con una inclinación promedio de 45°. Esta condición ha propiciado que en algunas zonas de la margen izquierda se hayan presentado deslizamiento de bloques de forma plana o de cuña, aprovechando los planos de estratificación y los sistemas de fracturamiento.

El sitio del proyecto tiene un suelo *feozem*. Este tipo de suelo se caracteriza por tener poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí ni un grosor lo suficientemente desarrollado para dejar de ser vulnerables ante la degradación. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. De acuerdo con el análisis de erosión hídrica realizado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro del 2009; el 26.5 % corresponde a erosión hídrica moderada y el 73.5% a erosión hídrica severa, la cual se encuentra distribuida en la parte central de la microcuenca *Maconí*.

Los depósitos del proyecto, así como también la minera *La Negra* están localizados en lo que se denomina Sierra Gorda, que pertenece a la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental, y está constituida por rocas intrusivas y calcáreas con zonas de metasomatismo que generan localmente una zona sísmica.

El predio se sitúa dentro de la Región hidrológica Pánuco y en la zona media Este de la cuenca Río Moctezuma, pertenece a la subcuenca *Victoria – Moctezuma*; presenta una influencia sobre cuatro microcuencas denominadas *Las Adjuntas, El Aguacate, Camarones y Maconí*.

A una distancia aproximada de 1 200 metros hacia el oeste del terreno se ubica el río Maconí, el cual cruza la microcuenca en dirección Noroeste – Sureste.

El artículo “Influencia de jales mineros sobre el Río Maconí, Querétaro, y Evaluación del proceso de Atenuación natural de dispersión” Este estudio reporta: *Los análisis de la concentración total de arsénico y metales pesados en los sedimentos del río muestran en general que existe una dispersión de los elementos a partir de los depósitos de jales y se acumulan en las zonas más cercanas a los*

*mismos; sin embargo, después del punto donde confluyen los cauces en los que se ubican los depósitos y el río Maconí, ocurre un proceso de dispersión ocasionado por arrastre hídrico, el cual, a su vez se debe a la velocidad con el agua escurre dadas a las condiciones topográficas del mismo.*

*La composición mineralógica encontrada en los sedimentos de los cauces confirma la influencia de los residuos, ya que se encontraron minerales primarios propios de los jales como arsenopirita y sulfuros de zinc y hierro, o secundarios como yeso, anglesita e hidrozincita. En los sedimentos del río ya no hay presencia de estos minerales y predominan especies como calcita, cuarzo, y silicatos como moscovita, wollastonita, y anortita; estos mismos minerales también se determinaron en las muestras de referencia.*

*Los sedimentos del río en general presentan un pH ligeramente básico, lo cual debe contribuir significativamente a la baja solubilidad del arsénico y a la insolubilidad del plomo, cadmio, cobre y zinc. La fracción soluble de los sedimentos rebasa los límites establecidos en la normatividad ambiental mexicana (NOM-147) solamente para el arsénico, en las muestras cercanas a los depósitos, en las muestras tomadas sobre el río la concentración soluble es inferior a dichos límites, por lo que puede asumirse que en estos sedimentos actúan mecanismos de retención, principalmente procesos de sorción, que limitan la movilidad de los elementos. Sin embargo, la fracción intercambiable, extraíble con bicarbonato de sodio, aumenta la movilidad del arsénico en los sedimentos cercanos a los depósitos (en promedio hasta en 100 veces el límite de la NOM-147), pero también aumenta la movilidad en los sedimentos del río (en promedio hasta en 6 veces el límite de la norma).*

*Sobre el río Maconí ocurre un fenómeno natural de dispersión por la velocidad de la corriente de agua, la cual se debe a las condiciones topográficas del lugar. Aunque la fracción soluble en agua del arsénico y metales pesados en los sedimentos del río no representa riesgo para el ambiente, de acuerdo con los límites permisibles señalados en la NOM-147 (sobre límites permisibles en suelos contaminados).*

El Sistema Ambiental se ubica en el acuífero Moctezuma el cual se encuentra ubicado, en material fracturado y/o kárstico con permeabilidad alta. Es un sistema en condiciones iniciales ya que la explotación en el área es mínima.

Más del 30 % de la superficie de la microcuenca Maconí se encuentra cubierta por vegetación de Matorral Submontano y la superficie que ocupa el proyecto es de 3 ha es decir un porcentaje despreciable de las dimensiones del ecosistema presente en esta microcuenca, además de que en el área propuesta la vegetación es prácticamente inexistente, es decir no se trata ni siquiera de vegetación primaria, por lo que ni siquiera contempla parte de la diversidad que presenta el matorral submontano a nivel de la microcuenca donde es posible encontrar relictos de vegetación primaria y con un menor grado de perturbación.

Dentro del área de la microcuenca se obtuvo para el caso de las aves al Vencejo Pecho Blanco (*Aeronautes saxatalis*) como la especie dominante, dentro de los mamíferos la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es la especie dominante, ya que se obtuvieron más registros que las demás especies, al parecer este cánido se encuentra bien establecido en el hábitat de la región. Para el grupo de los anfibios el Sapo montícola de espuelas (*Spea multiplicata*) es la especie dominante ya que más del 90% de los individuos observados pertenecen a dicha especie y finalmente en el grupo de los reptiles predomina sin lugar a dudas la Lagartija de collar (*Sceloporus torquatus*), como puede apreciarse en los valores que se presentan en la siguiente tabla

Para la microcuenca la especie más representativa, pero en forma larval fue *Spea multiplicata* con el 80.54% seguido de *S. torquatus* con el 18.79%. Cabe señalar que para la especie con mayor dominancia es común encontrar una alta cantidad de individuos en forma larval debido a la alta cantidad de huevos depositados por la hembra, sin embargo no todas las larvas representan la realidad de la población adulta ya que es un bajo número el que logra sobrevivir hasta la etapa adulta y logra reproducirse, esta estrategia es propia de especies con selección “R” (hay una alta abundancia de crías a las que no se invierten generalmente cuidados parentales, pocas llegan a sobrevivir y sus poblaciones fluctúan continuamente). Asimismo, se considera una especie de anfibio de amplia distribución y de tolerancia a varios hábitats adyacentes a asentamientos humanos.

Para el cálculo de la diversidad de las especies encontradas en la microcuenca, se empleó la metodología y fórmula del **Índice Shannon-Wiener**. Este índice refleja la heterogeneidad sobre una comunidad sobre la base de dos factores; el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección de un individuo de una comunidad de “S” especies es muy homogéneas.

$$H = -\sum (P_i) (\log_{10} P_i)$$

En el cual:

Pi: Proporción del número total de individuos de la i–ésima especie (proporciones reales de la población que está siendo muestreada).

Diversidad máxima estimada se determinó con la siguiente ecuación:

$$H' = \ln N$$

En el cual:

In: logaritmo natural

N: número total de las especies encontradas en la comunidad.

En la microcuena se cuenta con una riqueza de 41 especies de aves, se ha obteniendo un avistamiento de 247 individuos estimando para ello un índice de Shannon-Wiener de 2.70679. Dentro del grupo faunístico de mamíferos se cuenta con una riqueza de 5 especies, cuyo índice de Shannon-Wiener resultó ser de 0.67781, dentro del grupo faunístico anfibios se cuenta con una riqueza de 2 especies con un índice de Shannon-Wiener de 0.09716.

Finalmente, para el grupo de reptiles la riqueza es de 2 especies de los cuales se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 0.21732. De los valores antes mencionados en la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en el mencionado cálculo.

El índice de diversidad de Shannon & W. para las *aves* en toda la microcuena, tuvo un valor de 2.70679 lo cual se puede considerar como medio ya que en la mayoría de los ecosistemas naturales este valor varía entre 0,5 y 5, su valor normal o medio está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, el valor máximo de las comunidades naturales no suele sobrepasar el valor de 5. En conjunto los 2 transectos muestreados de la microcuena tienen un valor más alto que cada uno por separado.

La diversidad máxima de especies estimada fue de 3.71357 por lo cual durante el monitoreo en la microcuena se logró obtener el 72.88 % de la diversidad máxima. Siempre este índice se ve afectado por la concentración de las mayores abundancias en pocas especies, entonces al haber mucha dominancia el índice estima que la diversidad es baja, por ende, el índice es más apto y veraz para muestreos muy amplios.

La diversidad en base al índice utilizado (Shannon-Wiener) obtenidos para mamíferos, se constata la presencia de mamíferos pequeños y medianos que fungen en el ecosistema ya sea como mesodepredadores o como presas y como dispersores de semillas, por ello desempeñan roles básicos y fundamentales en los ecosistemas que habitan. La diversidad en base al índice utilizado (Shannon-Wiener) se considera baja, ya que debido a la baja proporción de avistamientos/registros encontrados, se presentan cantidades prácticamente nulas para el sitio de interés (piletas de agua de proceso) y en la microcuenca, cabe mencionar que para este grupo es más complicado obtener registros directos y una elevada diversidad en base a rastros o registros indirectos, lo cual también se ve afectado por las técnicas y tiempo de muestreo. Al tratarse de especies comunes o relacionadas a asentamientos humanos, se considera en base al cálculo de diversidad máxima un porcentaje de observación cercano a la mitad de las posibles especies presentes en la región. Como se mencionó, el hábitat presente corresponde mayormente a matorral submontano xerófilo y zonas de bosque mixto con climas semicálido y semicálido subhúmedo, es relativamente común encontrar diversidades bajas para dichos factores, sin embargo, al tratarse una zona de transición de ecosistemas o ecotono aunado a encontrarse cerca una región de alta diversidad, es probable que la baja diversidad presente no sea un dato representativo fiable para la región, pero sí para las superficies muestreadas.

Se identificaron 2 especies para el grupo de anfibios en los sitios escogidos en la microcuenca y 2 son reptiles. La diversidad para la microcuenca no aumentó notablemente, los índices mostraron valores propios de diversidad de especies baja, esto en parte es debido a la heterogeneidad de hábitats presentes en un ecotono y serranías extendidas en las que las especies de anfibios y reptiles pueden utilizar una gran cantidad de sitios, sin embargo, no siempre se distribuyen uniformemente.

Respecto a la fauna, la riqueza fue solo de cuatro especies con una abundancia de cinco especímenes, lo que evidentemente es inferior a la encontrada y más aun a la que se pudiera encontrar con un mayor esfuerzo de muestreo en la microcuenca, a excepción del *Lithobates berlandieri* que es una especie considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual se ha considerado rescatar y se han especificado las acciones específicas a implementar para su correcto manejo y garantizar su supervivencia. Sin embargo debido a las condiciones del predio la fauna dentro del área de proyecto son extremadamente escasas o nulas.



En el sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto de instalación de piletas de la Minera *La Negra*, el paisaje se encuentra fragmentado por actividades antrópicas propias de la instalación de extracción mineral; también puede observarse una evidente discontinuidad en la vegetación.

El sistema ambiental del proyecto se encuentra en el municipio de Cadereyta de Montes. La localidad más cercana es Maconí, esta se ubica aproximadamente a 1 km.

La categoría a la que corresponde a la principal actividad económica a la que se dedica la población de la localidad de Maconí es el comercio, seguido por la minería.

- *Nivel de aceptación del proyecto*

A partir de los datos del diagnóstico, y sin profundizar en este capítulo sobre las condiciones abióticas y bióticas, necesidades y/o medidas correspondientes para compensar, prevenir o corregir los impactos ambientales, se sabe que la actividad extractiva *per se* genera cambios a nivel local y que se manifiestan gradualmente a través de la operación de las instalaciones. El objetivo, pues, de la construcción y habilitación del área de piletas, es la mejora en la eficiencia del proceso para generar una aminoración de la intensidad de problemas que pueda generar el consumo de agua, fomentando un ahorro de la misma.

A nivel social y previo a la comparación de impactos positivos y negativos, se espera que el proyecto minero en su continuidad pueda ofrecer a la población local oportunidades y permanencia en los empleos para que, a través de los mismos, las condiciones de bienestar sean más accesibles para los pobladores de la comunidad de Maconí y del resto del municipio. Así también el conocimiento que genera la actividad minera y los métodos de extracción y tratamiento residual de sólidos, sea transferido a la fuerza laboral para tener conocimiento de mejoras continuas y protección sobre el manejo de los residuos mineros, por lo menos en lo que finalizan las labores de forma definitiva (Post-operación).

### IV.3.- Referencias

- Campa y Coney. (1983). Tectonostratigraphic terranes and mineral resource distribution in México. En J. C. Coney. Canadian Journal of Earth of Science, v. 20.
- Fries, C., Jr. (1960). Geología del estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. México: Boletín del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: Instituto de Geografía UNAM.
- Gobierno del Estado de Querétaro. (2016). *Descubre Querétaro*. Obtenido de <http://www.queretaro.gob.mx/municipios.aspx?q=RrRbGx+QAUi38KN8z2eMsA==>
- INAFED. (2010). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM22queretaro/municipios/22004a.html>
- INEGI. (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 : Querétaro*. Obtenido de INEGI:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/inter\\_censal/estados2015/702825079871.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/estados2015/702825079871.pdf)
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2017*. Obtenido de INEGI:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092108.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092108.pdf)
- Morláns, M. (2007). El Paisaje Visual o Paisaje Percibido. En *Estructura del paisaje*.
- Ortega Gutiérrez F. (1991). Provincias Geológicas de México, Cap. VI del Texto Explicativo de la Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana. México: Instituto de Geología.
- Ramos-Arroyo, Y. (2005). Estrategia para identificar jales con potencial de riesgo ambiental de un Distrito Minero: Estudio de caso en el Distrito de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*.

Redacción. (13 de Agosto de 2016). *Ciudad y Poder .mx*. Obtenido de <http://www.ciudadypoder.mx/cascadas-maconi/>

Román, C. (5 de Octubre de 2009). *Atractivos Turísticos Cadereyta de Montes*. Obtenido de [http://www.queretaro.gob.mx/documentos\\_interna1.aspx?q=vUYGbsxLnlkFRR5/GFKqw](http://www.queretaro.gob.mx/documentos_interna1.aspx?q=vUYGbsxLnlkFRR5/GFKqw)  
==

Secretaría de Economía. (2016). *Información Económica y Estatal Querétaro*. Querétaro.

Servicio Meteorológico Nacional. (2010). *Normales Climatológicas*. Obtenido de <https://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL22054.TXT>

## CAPITULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	174
V.1.- Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	174
V.1.1. Indicadores de impacto.....	175
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto .....	175
• Aire .....	175
• Agua.....	176
• Suelo .....	177
• Geología y geomorfología .....	177
• Paisaje .....	178
• Flora .....	178
• Fauna.....	179
• Socioeconómico .....	180
V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.....	183
• Metodología de evaluación.....	183
• Criterios de valoración .....	185
• Caracterización de los criterios de valoración .....	186
• Descripción de los impactos .....	189
• Justificación de la metodología seleccionada .....	192

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **V.1.- Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

Para la evaluación, identificación y descripción de los impactos ambientales, es pertinente tomar en cuenta en principio que las actividades que se pretenden llevar a cabo actualmente se encuentran en funcionamiento a través de un seguimiento ya establecido del proceso de extracción de minerales, por lo que se espera que el sistema ambiental no sufra alteraciones mayores, lo cual se pretende comprobar con la presente metodología, aun así, se propondrán medidas de prevención y mitigación para aquellos impactos ambientales que se puedan reducir al mínimo, así como compensar algunos impactos que se dan dentro del área de influencia del proyecto.

La guía para el desarrollo de la identificación y evaluación de los impactos ambientales de proyectos con modalidad particular del tipo minero (SEMARNAT) indica que el proceso se separe en dos etapas: La selección adecuada de los indicadores de impacto que van a ser utilizados y la selección de metodología (al igual que su justificación) de la evaluación que se aplicará al proyecto o actividad en evaluación.

Dentro del marco de este capítulo, debido a que se pretende analizar una actividad donde no se realizarán las etapas de adecuación del terreno ni de construcción de forma convencional (No como edificación sino como reservorio a gran escala), los impactos más significativos sobre el terreno y la vegetación quedarán asociados al proyecto anterior (Mina *La Negra*), por lo tanto, los impactos realizados (mínimos) y los riesgos de impacto a través de la operación del proyecto de instalación de piletas y depósito de azolve serán comparativamente distintos o bajo selección asociada con las actividades no extractivas del proceso.

En cuanto a la etapa de post-operación, o de abandono, se descarta que pueda ocasionar impactos dimensionalmente grandes. La actividad del proyecto minero será viable bajo condiciones de exploración y explotación planeadas, contempladas para un período aproximado de 15 años como vida útil.

Para la identificación de los impactos ambientales provocados por las actividades dentro del proyecto finalizado se realizarán los siguientes objetivos:

1. Se identificarán factores ambientales asociados a las actividades a llevar a cabo por el proyecto.
2. Se realizará una lista indicativa de indicadores de impacto.

3. Se determinarán los criterios y metodologías de evaluación.
4. Se describirán los impactos ambientales que emanen de las actividades de preparación, construcción y operación.

#### ***V.1.1. Indicadores de impacto***

Una definición genérica del término *indicador* establece que es un *elemento del medio ambiente afectado (o potencialmente afectado) por un agente de cambio*. Se consideran en este aspecto como indicadores todos aquellos índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Para ser útiles, los indicadores de impacto deben cumplir con representatividad, relevancia, exclusividad (que no exista superposición con otros indicadores), ser cuantificable y de fácil identificación. Una aplicación primordial del indicador es la comparación de alternativas y variabilidad según la etapa en la que se encuentre en el desarrollo del proyecto.

#### ***V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto***

A continuación se muestra la lista de indicadores de impacto para cada uno de los componentes ambientales:

- *Aire*

##### *Calidad del aire*

Uno de los impactos ambientales que se observan con frecuencia en la parte de las actividades post-extractivas de este rubro es el daño o modificación en la calidad del aire, afectando su constitución al introducir partículas suspendidas totales provenientes de jales y posteriormente liberados durante el proceso de secado del azolve. Tales partículas, con un contenido alto de metales o derivados metálicos, son perjudiciales para la salud humana y para el medio natural circundante.

Las acciones que ocasionan la liberación de partículas suspendidas pueden ser el movimiento de vehículos de carga (que transporten estos restos) a través de las terracerías, caminos irregulares o bien al momento de regar los caminos de terracería. Lo anterior es debido a actividades naturales sobre las actividades humanas, es decir, el viento, natural, levanta las partículas depositadas por acción antropogénica en lugares ventados, para llevarlas a la atmósfera y modificar su composición.

Asimismo, por la quema de combustibles fósiles de la maquinaria se emiten diferentes componentes al ambiente como CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, cambiando la composición química de la atmósfera, produciendo alteraciones a la salud humana y al medio ambiente como el cambio climático.

Para la regulación de los gases denominados contaminantes criterio y de las partículas suspendidas existen normas oficiales mexicanas que nos ayudan a tener un punto de referencia acerca de los niveles ambientalmente aceptados, no obstante para los gases de efecto invernadero actualmente es necesario realizar inventarios para el establecimiento de la línea base y reducir las emisiones de acuerdo a los compromisos indicados por la Ley General de Cambio Climático.

### *Ruidos y vibraciones*

La emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y cualquier otro móvil motorizado en circulación es característico de cualquier proyecto en el que se realice un planeamiento y ejecución de infraestructuras. La regulación para materia de exposición a ruidos viene establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido y su método de medición. Este indicador es conveniente completarlo con otros, relacionados con el efecto de los niveles de ruido y vibración que impacten a la fauna.

- *Agua*

### *Hidrología superficial y subterránea*

Se pueden citar indicadores, para esta sección, el número de cauces interceptados (diferenciando si es un tramo alto, medio o bajo del cauce) y la superficie afectada por la infraestructura en zonas de recarga. Dentro de esta sección, la modificación de cuerpos o corriente ya fue autorizada y realizada desde el establecimiento del proyecto minero desde hace años, por lo que no se considerará que el presente proyecto realizará afectaciones en este conjunto de indicadores, sin embargo el objetivo es reducir el consumo de la misma por lo que se obtendrán beneficios.

### *Calidad del agua*

Los impactos ambientales en la calidad del agua dentro de este marco descriptivo surgen por las actividades propias de la empresa, como las actividades que involucran la producción de material de jales y el uso de agua para servicios. Se consideran impactos dentro de este componente ambiental el aumento de metales pesados y otras sustancias químicas, las cuales se encuentran reguladas también por normas oficiales mexicanas.



- *Suelo*

*Calidad de suelo*

Los parámetros de calidad de suelo, relacionados con la calidad biótica, geoquímica y de estructura del suelo poseen indicadores de estas propiedades a través de análisis exhaustivos enfocados a proveer información para impactar negativamente lo menos posible las propiedades edafológicas benéficas que fungen como atributos ecológicos, productivos o relacionados con los servicios ambientales que pueda suministrar.

En este caso, tanto el complejo minero como la sección destinada a la construcción de las estructuras mencionadas para este proyecto, no prioriza el enfoque a proteger propiedades que tengan que ver con la calidad del suelo, debido a que la capa de suelo funcional en estos aspectos es muy delgada e inapta para fines de aprovechamiento además de formar parte de una gran sección de suelo degradado por factores externos al proyecto y que se extiende a través de una gran parte del sistema ambiental en el que se desarrolla esta obra.

*Erosión*

El sitio posee terreno accidentado, con poco suelo, además de que el área designada para la construcción de las piletas no posee características que puedan valorarse (es infértil, de textura no apta para la agricultura y es parte de una muy delgada capa de tierra seguido por material calizo sólido. Se puede hacer inferencia en que, debido a las pobres condiciones, la exposición a la degradación y el avance del impacto que se generó a través de la instalación y operación del proyecto minero, que no ha sido severa con respecto a un escenario sin proyecto minero.

No obstante, para ambos indicadores dentro de este rubro, se pueden contar con distintas medidas de amortiguación de la degradación y promoción de la calidad de los mismos.

- *Geología y geomorfología*

En la fase de estudios previos se suelen emplear indicadores relacionados con el número y la importancia de los puntos de interés geológico afectados, su contraste con el relieve y la estabilidad mecánica de los mismos. Estos indicadores deben tener un mayor detalle a comparación de la mayoría de los que pertenecen a otros componentes ambientales, esto con la finalidad de obtener un mayor detalle para identificar el grado de riesgo geológico en el sitio seleccionado.

En el presente marco, se puede descartar la modificación a gran escala de las características del relieve o las afectaciones que se manifestarían en la estructura, mecánica o estabilidad, ya que, al tratarse de

un proyecto que no modifica la fracción rocosa del subsuelo, no se pueden considerar daños o impactos los efectos de la instalación de los componentes del proyecto en mención.

- *Paisaje*

La modificación del paisaje es definida como la serie de cambios y una interrelación de elementos que se dan dentro de un ambiente determinado, en medida de su modificación y contraste. Tal componente posee indicadores variados según la metodología a seguir e incluyen frecuentemente la intervisibilidad de la infraestructura, superficie afectada, volumen de movimiento de tierras previsto, superficie intersectada y valoración de distintas unidades paisajísticas intersectadas por las obras o explotación de bancos de préstamo.

El presente proyecto forma parte de todo un complejo que opera de tal forma que continuamente realiza modificaciones mínimas en el paisaje natural que se describe en el sistema ambiental y en el área de influencia del proyecto. Sin embargo, con el presente proyecto se contemplan medidas en cuanto a recuperar el aspecto natural del sitio, no dentro del rubro de vegetación (por que no hubo una afectación crítica en la vegetación natural), sino como alcanzar a obtener la recuperación de la visibilidad (y otras propiedades del paisaje) del panorama visual y estético de la zona local y circundante.

- *Flora*

- Vegetación terrestre*

Los impactos que la mina *La Negra* ha generado en la vegetación local, a través de su desarrollo, son evidentes, aunque los factores de riesgo para su persistencia son muy variados y tienen que ver no sólo con este componente aislado, sino con los parámetros de calidad de suelo y agua, por citar algunos (suelo degradado, erosión hídrica, redistribución de agua, etc.). El tipo de vegetación que prevalece en la microcuenca bajo de las elevaciones rocosas es un matorral xerófilo con alto grado de perturbación carece, por otro lado, de recursos forestales que puedan tener un aprovechamiento económico.

En cuanto al polígono donde se encuentra el proyecto del cual emana este documento, se ha determinado desde el inicio que no está ligado a la perturbación, uso o desplazamiento de individuos de especies vegetales. El proyecto no afectará a especímenes de determinadas especies de flora catalogada con algún estatus de conservación dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, por

lo que de forma general, no existe riesgo de amenazas que puedan poner en riesgo la biodiversidad y el funcionamiento natural del ecosistema.

Otros indicadores de este componente pueden incluir la superficie de las distintas formaciones vegetales afectadas por las distintas obras y la valoración de su importancia en función de diferentes escalas espaciales: Número de especies protegidas o endémicas afectadas, superficie de las distintas formaciones por aumento de riesgo de incendios, superficie de formaciones altamente sensibles a peligros de contaminación atmosférica o hídrica. En el caso particular de este proyecto en específico, vale la pena mencionar que estos últimos no tienen una notable afectación por ser parte el terreno destinado al proyecto del complejo minero que, previamente, dispuso de una autorización para la remoción de la vegetación original, por lo que el proyecto en mención no afectará poblaciones o especies de flora a causa de su ausencia en el área de construcción de las estructuras.

Por otra parte, el proyecto minero en general ha realizado con anterioridad el establecimiento de algunos ejemplares de *Agave sp.* como parte de compensaciones que se han llevado a cabo a partir de acciones de compensación.

- *Fauna*

Los indicadores para esta sección podrán ser parecidos a los de flora, sin embargo a causa de su facultad de movilidad con respecto a especies vegetales, debe considerarse también el efecto barrera de la infraestructura y de las vías internas de comunicación y paso. Se podrían considerar como indicadores la superficie de ocupación o presencia potencial de las distintas comunidades faunísticas directamente afectadas y la valoración de su importancia sobre endemismo, protección o de interés humano.

La construcción de los depósitos es parte de una instalación complementaria para optimizar los procesos de la mina, y se sabe que, al tratarse de una zona delimitada por espacios de trabajo (mediante estructuras con efecto barrera como la malla ciclónica instalada) en dónde la presencia del humano en mayor o menor medida, la movilidad de la fauna se vería afectada por la presencia del mismo complejo minero. Sin embargo, la extensión de la misma y el gradual desplazamiento de los animales nativos, sólo se reduce a una pequeña porción del hábitat que circundan. Por lo tanto no hay una problemática de importancia derivada de impactos ambientales en este rubro, aunque, sin embargo, habrá que dar continuidad al monitoreo de la fauna para determinar si se está afectando la movilidad o las interacciones particulares en algún punto clave en el interior del área designada como perteneciente al complejo minero. El proyecto particular del cual se habla en este documento pretende

delimitar el área en la que se instalarán las piletas y, para efectos de movilidad de la fauna, no hay riesgo aparente de aumentar los posiblemente efectos negativos que pueda provocar la barrera física (malla de delimitación del predio de la mina) o indirecta (ausencia de movilidad de ejemplares o poblaciones de animales, debido a las actividades humanas perceptibles por la fauna) actualmente existentes en el proyecto minero.

- *Socioeconómico*

Éste es uno de los componentes con un mayor puntaje positivo en impacto, razón por la cual es importante tomar en cuenta el balance de los impactos convenientes *versus* los que no se consideran como beneficiosos (considerando las medidas ligadas al cese de sus alcances). El proyecto minero ha brindado a la población de Maconí y del municipio de Cadereyta oportunidades laborales desde su inicio, lo cual ha aventajado la conexión entre el desarrollo de la actividad minera en este sitio y el sentido de responsabilidad ambiental y social de sus trabajadores-habitantes. La construcción, pues, de la zona de almacén de aguas y azolves generará, al igual que de forma continua lo ha hecho el proyecto minero en sí, oportunidades laborales con sus respectivas retribuciones.

En el aspecto social, el presente proyecto no tendrá una relevancia significativa para el bienestar de la comunidad más próxima (Maconí), ya que se trata de una instalación que planea cumplir con objetivos de mejora continua y actualización internos dentro complejo minero.

Sin embargo, un mal manejo del proceso, en particular dentro del tratamiento de las aguas de proceso será un factor de impacto negativo para la salud no solo del ecosistema sino también de los participantes en el proyecto y la población de las cercanías. No obstante, los impactos sociales, al igual que los económicos tendrán una recepción positiva para la población. Otros indicadores dentro de este elemento no se han desarrollado a profundidad debido a la priorización del factor económico.

### *Demografía*

Los indicadores dentro de esta sección incluyen alteraciones en la variación poblacional y su relación con poblaciones locales, número de individuos ocupados, empleos generados por el desarrollo del proyecto o por servicios conexos e indirectos, incremento en factores de inmigración, entre otros. La población local, refiriéndose específicamente a la localidad de Maconí, ha mantenido en estabilidad su población, sin embargo, se debe citar que como parte la de movilidad poblacional, en el reciente año 2018 se ha desenvuelto una reubicación de una parte de la población hacia la comunidad de

Piñones. Este detalle es evidenciable para este indicador, aunque no se puede considerar de gran escala para efectos directos sobre los cambios poblacionales que el proyecto individual desencadene.

#### *Factores socioculturales*

Este indicador se visualiza a través de cambios relacionados con zonas modificadas y ocupadas que puedan provocar cambios significativos en las formas de vida tradicionales relacionados con elementos históricos, artísticos, de esparcimiento y culturales. En el caso del proyecto, no podría haber una comparación similar con respecto a los posibles cambios en este rubro con respecto a la mina en su totalidad, por lo que se descarta a efectos de influencia negativa.

#### *Factores económicos*

La generación de empleos y la forma en que se expresa este indicador es prioridad del proyecto del cual se trata en este documento, así como también del proyecto minero en su totalidad. Es uno de los factores de mantenimiento de las operaciones e incursiona de forma positiva a la justificación del proyecto.

**Tabla V.1. Indicadores de cada componente ambiental.**

<i>Componente Ambiental</i>	<i>Indicador</i>
<i>Aire</i>	<i>Calidad (Emisiones de partículas y gases), ruido.</i>
<i>Agua</i>	<i>Calidad</i>
<i>Suelo</i>	<i>Calidad, erosión (pérdida).</i>
<i>Geología y geomorfología</i>	<i>Puntos de interés afectados, relieve, estabilidad mecánica.</i>
<i>Paisaje</i>	<i>Visibilidad, superficie, movimiento de tierras, valoración del sitio afectado.</i>
<i>Flora</i>	<i>Pérdida de flora, especies amenazadas y valoración, superficie afectada.</i>
<i>Fauna</i>	<i>Pérdida de fauna, especies amenazadas y valoración, movilidad.</i>
<i>Socioeconómico</i>	<i>Demografía, valoración cultural, factor económico (Generación de empleos).</i>

La siguiente tabla muestra aquellos factores que crean impactos ambientales en cada indicador, así también, de acuerdo con la descripción del sistema ambiental se muestra el estado en el que se encuentran al momento de realizar el presente estudio.

**Tabla V.2. Factores involucrados en cada indicador de impacto ambiental.**

<i>Componente</i>	<i>Estado en el Sistema Ambiental</i>	<i>Acción promotora del impacto</i>	<i>Impacto</i>
<b>Aire</b>	Problemática existente	Emisiones de partículas durante el manejo de jales.	Incremento de partículas suspendidas en la atmósfera
		Emisiones de partículas por uso de transportes.	
		Emisiones de partículas por uso de maquinaria	
		Generación de Gases de Efecto Invernadero	Incremento de la concentración de CO <sub>2</sub>
		Ruidos y vibraciones	Presencia y registro de ruido que rebasa el límite permitido.
<b>Agua</b>	Problemática existente	Modificación de la calidad del agua por metales pesados	Incremento en la concentración de metales pesados en agua
		Modificación de la calidad del agua por partículas suspendidas por arrastre de la lluvia.	Incremento en la concentración de partículas suspendidas en agua
<b>Suelo</b>	Problemática existente	Erosión de suelo por mantenimiento de caminos, uso de maquinaria y uso de transporte	Pérdida de suelo
		Exposición del suelo a la degradación hídrica	
<b>Paisaje</b>	Problemática existente	Modificación o apertura de caminos	Alteración del paisaje
		Modificación del entorno visual, debido a las instalaciones existentes	
<b>Flora</b>	Problemática no existente	El sitio no cuenta con poblaciones o individuos de especies florísticas	NA
<b>Fauna</b>	Problemática no existente	No se pretende extraer individuos de fauna para la implementación del proyecto	NA
<b>Socio-económico</b>	Problemática no existente	Requerimientos de la empresa (personal, transporte, maquinaria)	Creación de empleos directos e indirectos y crecimiento del comercio local

Una vez identificados los compartimentos ambientales que pudieran ser afectados por cada actividad que se pretende realizar por el proyecto, es necesario establecer los criterios y metodologías con los que se evaluará la pertinencia de los impactos ambientales, para lo que se utilizarán los siguientes indicadores.

### ***V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación***

Se definen como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actualización del mismo sobre el medio ambiente. En este sentido esos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación valoran en conjunto el impacto global de la obra en el sistema ambiental y/o su área de influencia.

- *Metodología de evaluación*

Para la evaluación, identificación y descripción de los impactos ambientales, es pertinente tomar en cuenta en principio que las actividades que se pretenden llevar a cabo actualmente se encuentran en funcionamiento, por lo que se espera que el sistema ambiental no sufra alteraciones mayores, lo cual se pretende comprobar con la presente metodología, aun así, se propondrán medidas de prevención y mitigación para aquellos impactos ambientales que se puedan reducir al mínimo, así como compensar algunos impactos que se dan dentro del área de influencia del proyecto.

Se pretende analizar una actividad donde habrá una secuencia de etapas que inician con la preparación, la construcción, la operación y mantenimiento, y realización de obras provisionales. Cada una de estas etapas principales se subdividirá en fases específicas que es recomendable delimitar para determinar con mayor detalle la ubicación y tipo de impactos o riesgos de impacto que se puedan expresar dentro de todo el proceso de evaluación y ejecución.

La metodología para la identificación de impactos ambientales consideró el empleo de una *Matriz de Leopold reducida*; y complemento, la evaluación de las interacciones identificadas.

A continuación se muestra la tabla de identificación de Impactos del proyecto en mención.

Tabla V.3. Tabla de identificación de impactos

Componente Ambiental		Preparación del sitio								Construcción de obras								Operación y Mantenimiento		Obras provisionales		TOTAL DE CONTEO	
		Mediciones topográficas	Fase ingenieril					Contratación de maquinaria de excavación y	Preparación del terreno (Trazo y señalización)	Excavación	Recubrimiento	Exteriores	Conformación de bordes y taludes	Nivelación y compactación	Monto a balsa y bomba	Revestimiento impermeable (Geomembrana)	Enrocado de talud exterior y en corona	Instalación de cercado perimetral	Manejo de azolves	Mantenimiento de caminos	Verificaciones		
			Fase teórica	Fase de preliminares	Fase analítica	Fase de diagnóstico	Propuesta final														Consideraciones de diseño constructivo		Procedimientos de post-construcción (Para garantía de eficiencia)
Medio Físico	Aire								x	x	x	x	x				x	x			10		
	Agua														x			x		x	4		
	Suelo									x	x		x	x			x	x			7		
	Paisaje								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		12		
Medio Biológico	Flora																				0		
	Fauna																				0		
Socio-económico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22		



- *Criterios de valoración*

*Naturaleza (Signo), N*

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

*Extensión (Desarrollo), E*

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

*Persistencia (Duración o permanencia), P*

Este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto de forma activa.

*Recuperabilidad y viabilidad de adoptar medidas de mitigación, RC*

Dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir.

*Plazo de manifestación, PM*

Se refiere a la manifestación física del impacto, posterior al establecimiento deliberado o indeliberado de las condiciones y componentes para crearlo. Puede ser un plazo largo, mediano e inmediato. El sentido medianamente subjetivo de este criterio depende de los plazos de tiempo de las distintas etapas del proyecto.

*Acumulación (y sinergia), A*

El significado de la aplicación de este criterio considera la acción individual de acumulación de efectos o la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales, sean también acumulativos o no.

*Intensidad (Dimensión o grado de destrucción), IN*

Se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.

### *Periodicidad, PR*

Se refiere a la frecuencia de manifestación de un impacto determinado o si posee continuidad, ya que algunas de las afectaciones pueden depender de las condiciones previas o disponibilidad de fuentes materiales o acciones condicionantes del impacto u horarios (o temporadas) predeterminados de manifestación.

### *Reversibilidad, RV*

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

### *Efecto, EF*

Se refiere a la acción del impacto sobre el componente ambiental en cuanto a sus consecuencias a partir de las acciones de realización del proyecto (Provenientes de alguna etapa o fase de la misma, por ejemplo, la delimitación del sitio como parte de la preparación o la etapa de construcción en su totalidad). Si los efectos del impacto en particular provienen directamente de la inserción de algún fenómeno o elemento que entra en contacto ininterrumpido con el componente ambiental, el efecto es directo, si tal acción o elemento forma parte de un paso inicial o intermedio en la cadena de acciones subsecuentes, se considera de efecto indirecto.

- *Caracterización de los criterios de valoración*

Los impactos potenciales, para este caso en particular, toda vez que no obedece a un cambio de estructura o actividades que se lleven a cabo ahora al sistema ambiental, se tomarán como potenciales todos aquellos identificados como asociados a las actividades y los inherentes al sistema ambiental, por lo que ninguno quedará fuera y a todos ellos se impondrán medidas para su abatimiento.

Los impactos ambientales se medirán en cuanto a su tipo, naturaleza, extensión, persistencia, recuperabilidad, plazo de manifestación, acumulación, intensidad, periodicidad, reversibilidad y efecto.

**Tabla V.4. Caracterización y criterios de los Impactos Ambientales generados a través del proyecto (Lista de chequeo).**

Símbolo	Criterio	Variante del Factor Ambiental	Valor
<i>N</i>	<i>Naturaleza</i>	Benéfico	1
		Perjudicial	-1
<i>E</i>	<i>Extensión</i>	Puntual	1
		Parcial	2
		Extensa	3
		Total (Absoluto)	4
<i>P</i>	<i>Persistencia</i>	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	3
<i>RC</i>	<i>Recuperabilidad</i>	Inmediata	1
		A mediano plazo	2
		Mitigable	3
		A largo plazo	4
		Irrecuperable	5
<i>PM</i>	<i>Plazo de Manifestación</i>	Largo	1
		Mediano	2
		Inmediato	3
<i>A</i>	<i>Acumulación y sinergia</i>	Simple	1
		Acumulativo	2
		Sinérgico	3
<i>IN</i>	<i>Intensidad (Grado de destrucción)</i>	Baja	1
		Mediano	2
		Alta	3
		Total	4
<i>PR</i>	<i>Periodicidad</i>	Discontinua	1
		Periódica	2
		Continua	3
<i>RV</i>	<i>Reversibilidad</i>	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Largo plazo	3
		Irreversible	4
<i>EF</i>	<i>Efecto</i>	Directo	1
		Indirecto	2

Una vez evaluados con los criterios anteriores, tenemos lo siguiente:

**Tabla V.5. Resultados de valoración de impactos en los criterios.**

Componente	Impacto	Criterio										
		Naturaleza	Extensión	Persistencia	Recuperabilidad	Plazo de manifestación	Acumulación y sinergia	Intensidad	Periodicidad	Reversibilidad	Efecto	Total
Aire	Incremento de las partículas suspendidas en la atmósfera	-1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	-11
	Incremento de gases de efecto invernadero	-1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	-11
	Ruidos y vibraciones	-1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	-11
Agua	Incremento en la concentración de metales pesados en el agua	-1	1	2	3	3	2	1	1	2	1	-16
	Incremento en la concentración de partículas suspendidas en agua	-1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	-14
Suelo	Pérdida de suelo	-1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	-12
Paisaje	Alteración del paisaje	-1	2	2	3	2	2	1	1	3	1	-17
Flora	Pérdida de flora	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauna	Pérdida de fauna	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	Creación de empleos directos e indirectos.	1	2	2	2	3	3	2	2	1	1	18
	Crecimiento del comercio local	1	2	2	2	3	3	2	2	1	1	18

*Escala de priorización*

La escala se definió de acuerdo a la siguiente tabla, la cual servirá para determinar los principales factores que tendrán mayor repercusión ambiental.

**Tabla V.6. Detalle de escala de priorización**

Escala de significación (+/-)	Importancia
0 a 10	Baja
11 a 20	Media
21 a 30	Alta

**Tabla V.7. Importancia comparativa de los impactos ambientales para el proyecto.**

Componente	Impacto	Importancia	
<b>Aire</b>	<i>Incremento de las partículas suspendidas en la atmósfera</i>	-11	Media
	<i>Incremento de gases de efecto invernadero</i>	-11	Media
	<i>Ruidos y vibraciones</i>	-11	Media
<b>Agua</b>	<i>Incremento en la concentración de metales pesados en el agua</i>	-16	Media
	<i>Incremento en la concentración de partículas suspendidas en agua</i>	-14	Media
<b>Suelo</b>	<i>Pérdida de suelo</i>	-12	Media
<b>Paisaje</b>	<i>Alteración del paisaje</i>	-17	Media
<b>Flora</b>	<i>Pérdida de flora</i>	0	Baja
<b>Fauna</b>	<i>Pérdida de fauna</i>	0	Baja
<b>Socioeconómico</b>	<i>Creación de empleos directos e indirectos.</i>	18	Media
	<i>Crecimiento del comercio local</i>	18	Media

- *Descripción de los impactos*

De acuerdo con cada uno de los componentes ambientales, tendremos los siguientes impactos ambientales identificados para cada uno de ellos:

*Aire*

El componente ambiental de aire se expone continuamente a impactos ambientales, casi con amplia seguridad, durante el proceso de construcción de proyecto. Los aspectos que se alteran en este elemento son, en este caso, la presencia de partículas suspendidas (provenientes del movimiento de los jales y las actividades ligadas con la manipulación de componentes edafológicos o geológicos, como en este caso) y gases de efecto invernadero (derivados de la carburación de combustibles fósiles provenientes de todos los vehículos y maquinaria motorizados).

Por otra parte, comúnmente encontrado debido al uso de la misma maquinaria de construcción, la presencia de ruido y vibraciones provocará casi indiscutiblemente perturbaciones ambientales, aunque en un grado muy reducido y de forma temporal.

### *Agua*

El recurso hídrico es uno de los componentes más frágilmente alterables en los sistemas ambientales, ya que por sus propiedades dinámicas, térmicas y de capacidad disolvente, resulta un blanco fácil para sufrir cambios en su calidad y, por ende, de su composición.

Como se menciona en el apartado de indicadores ambientales, el agua (específicamente para los fines de esta evaluación) aumenta su concentración de metales pesados y/o partículas sólidas suspendidas en medio acuoso.

### *Suelo*

En este componente se prevén impactos negativos de intensidad leve durante el manejo de excavaciones, remoción y reacomodo del mismo. Como se ha mencionado con anterioridad, de forma natural y con intervención humana, dentro del sistema ambiental se han detectado áreas de susceptibilidad a degradación debido a que la calidad, profundidad y composición de suelo de esta zona es pobre, además de que está ligado a la vegetación local de matorral. A los daños por degradación, sin embargo, hay que considerárseles como mínimos, tanto por la intensidad moderada de las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento, como por el bajo soporte y resiliencia que ofrece el recurso suelo. Cabe mencionar que no se trabajará sobre una capa de suelo sino sobre jales previamente depositados.

### *Paisaje*

Los atributos propios del elemento paisajístico (visibilidad, contaminación visual, calidad paisajística, fragilidad paisajística y frecuencia humana) son impactados principalmente a través de los factores. Se ha mencionado en forma 'predictiva' (en el capítulo 4 de este documento) que la extensión

superficial, de aproximadamente 30,000 m<sup>2</sup> interferirá, de la misma forma que como lo ha hecho el complejo al que pertenece (minera *La Negra* S.A. de C.V.), con la visibilidad natural.

Asimismo, la exposición del agua de proceso, que se generará y confinará en el depósito destinado para ello, y en la intemperie, también generará un impacto visual en pequeña medida.

En cuanto a la calidad escénica proveniente de singularidades naturales o características intrínsecas del sitio, el proyecto no afectará a ninguna fuente de apreciación estético-paisajística ni dentro del predio del proyecto minero ni en el S.A., así como tampoco afectará ningún aspecto intrínseco singular.

En cuanto a la modificación de la pendiente, la instalación de las piletas requiere que las estructuras de almacén de agua y de azolves se encuentren en una superficie sin inclinación, ya existente por el aprovechamiento de la presa; se concluye que este factor se ve afectado en un grado nulo, ya que la adaptación del sitio para estas unidades de almacenamiento había sido prevista y realizada hace ya tiempo atrás, antes del establecimiento del presente.

En el interior del proyecto no se podrá evaluar directamente la relación de la vegetación con la fragilidad paisajística porque no hay presencia dentro del predio, ni en sus cercanías, de vegetación nativa debido a que anteriormente se había hecho ya una adecuación y remoción de especímenes sin interés forestal o de conservación.

La accesibilidad y adaptación de caminos que puedan modificar aspectos paisajísticos también se considera de escaso impacto, ya que las vías de tránsito interno (del proyecto minero) adyacentes al proyecto de construcción de piletas se encuentran en actual funcionamiento y con poca perturbación.

Por último también podremos considerar que la presencia humana (trabajadores y transportistas) es constante y de poca densidad, por lo que este fenómeno sobre el paisaje se interpretará como de muy bajo impacto en el medio.

#### *Socioeconómico*

Durante la vigencia del proyecto, desde la etapa de planeación, etapa de preparación, construcción y mantenimiento del sitio serán generadas diversas fuentes de empleo temporales y posteriormente permanentes. El transporte gradualmente se verá evolucionado de la misma forma y al ritmo de los planes económicos añadidos al proyecto en un futuro a mediano y largo plazo.

Por otro lado, los impactos generados desde el ámbito social se enfocan de forma más notable en la percepción de la comunidad laboral (trabajadores) sobre el desarrollo continuo del complejo minero, en función de sus necesidades, eficiencia y períodos de operación. La actividad minera en la zona ha sido normalizada como fuente de trabajo y conocimiento.

Finalmente, aunque se pueda evaluar de forma cualitativa el aspecto de bienestar o de satisfacción de las necesidades de las personas involucradas directa o indirectamente, no puede estimarse en cantidades o parámetros claros el nivel de bienestar social tan fácilmente. Este bienestar está ligado, a su vez, de forma intrínseca a la aceptación de las actividades mineras de forma integral y el proyecto del cual se habla en este documento forma parte del sistema extractivo en su totalidad.

- *Justificación de la metodología seleccionada*

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

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

En cuanto a la justificación del uso de esta metodología, se ha empleado por razones sencillas, relacionadas a su vez con la poca complejidad de identificación de los posibles impactos al medio ambiente, como un método de resumen para la comunicación breve de resultados. Su uso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente. La matriz de Leopold es *global*, ya que cubre las características geológico-físicas, biológicas y socio-económicas.

El método, al no ser selectivo, no dispone de distinciones entre efectos a corto y largo plazo. La matriz puede acomodar datos cuantitativos y cualitativos, pero no prevé medios para discriminar entre ambos tipos de datos. Además las magnitudes de las predicciones no están relacionadas explícitamente con los escenarios posibles (con y sin acción y sin medidas de mitigación-prevención-corrección), los



cuales, como complemento obligatorio de este documento podrá incluir de forma analítica en los siguientes capítulos.

La objetividad no es un elemento sobresaliente en la Matriz de Leopold, ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica de caracterización de los criterios y no contempla metodología alguna para determinar la magnitud de forma exhaustiva ni las consecuencias específicas de un impacto. El enfoque matricial tiene sus limitaciones, aunque puede proveer una ayuda inicial en la configuración de los estudios necesarios y ser conveniente para efectuar un análisis preliminar entre diferentes alternativas, reducir el número de relaciones causa-efecto (impactos/celdas) a considerar y que sean preparadas una serie de matrices de acuerdo a las necesidades del estudio. Nuevamente, el objetivo de esta metodología es resumir a cuentas bastante claras impactos en específico, que son fácilmente identificables en proyectos de construcción e infraestructura bastante sencillos sin importar su extensión.

## CAPITULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## CONTENIDO

VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	196
VI.1.-	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental .....	196
VI.1.1.	Medidas de compensación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **VI.1.- Descripción de la medida o programa de medidas preventivas, de mitigación o correctivas por componente ambiental**

A continuación se definen las medidas preventivas y de mitigación para los impactos ambientales que fueron definidos en el capítulo anterior de la MIA-P, especificando su forma de seguimiento y evaluación del cumplimiento.

#### ***VI.1.1. Aire***

- Realizar muestreos perimetrales para partículas suspendidas totales, en por lo menos una vez al año y al inicio de la operación.
- Controlar las partículas suspendidas totales en los patios de maniobra y caminos, a través de compactación, mantenimiento o riegos periódicos con agua tratada y/o que cumpla con los parámetros indicados en la normatividad aplicable.
- Cumplir con todos aquellos términos y condicionantes establecidos en su Licencia Ambiental Única, expedida con número LAU-22/000004-2016.
- Obtener las verificaciones correspondientes para los vehículos, camiones y maquinaria de Minera *La Negra*, S.A. de C.V., sean propios del complejo u obtenidos mediante contratación. Estas acciones se realizarán con la finalidad de cumplir con las normas oficiales mexicanas NOM-045-SEMARNAT-1996, NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-041-SEMARNAT-2015, que establecen los límites permisibles de humo, gases contaminantes y ruido.

#### ***VI.1.2. Agua***

- Monitorear las aguas tratadas salientes y utilizadas para el riego de áreas verdes con la finalidad de confirmar que los parámetros se encuentran dentro de la norma NOM-003-SEMARNAT-1997.
- Realizar monitoreo para metales pesados aguas abajo en temporada de lluvias cuando en los cauces corran agua, con la finalidad de detectar fugas o posibles riesgos de contaminación al agua que corre por la cuenca. Estos chequeos son independientes de los necesarios para las pruebas de eficiencia de la capa impermeable (Geomembrana) o de cualquier otro componente de las estructuras, como el talud.

- Realizar un plan de reducción de uso de agua de proceso y de servicios con la finalidad de incentivar el ahorro del recurso, independientemente de la existencia futura del proyecto terminado (sección de piletas).

### ***VI.1.3. Suelo***

- Cabe mencionar que la construcción de las piletas con geomembrana serán construídas en la corona del depósito de jales no. 5 con el mismo material (jales), es decir no se remueve suelo natural. Sino sobre el mismo jal se van a construir dichas piletas.
- Como medida de compensación se realizarán reforestaciones en las presas de jales por cerrar o actualmente cerradas, con la finalidad de retener los suelos que puedan llegar a erosionarse por acción del viento o de la lluvia. Como acción restauradora, el uso de vegetación (no exótica o invasora) gradualmente mejoraría la estructura del suelo, evitando así el avance del proceso de degradación originado por el movimiento del suelo del área que comprende el proyecto y sus alrededores.
- Evitar cualquier derrame de residuos peligrosos, identificándolos y transportándolos directamente de la generación al almacén temporal de residuos peligrosos.
- Cabe menciona que se cuenta con caracterizaciones de jales de los años 2015 al 2018 en donde se demuestra que no son considerados como peligrosos (potencialmente ácidos)

### ***VI.1.4. Paisaje***

- Se procurará, durante la planeación de la construcción de las piletas , el empleo de materiales que interfieran visualmente con la visibilidad (carente de distractores) del paisaje en general. De la misma forma, el uso de pintura externa para los edificios deberá utilizar colores acordes con las condiciones del sitio, evitando abrillantadores.
- Utilizar alumbrado de zonas dirigido, que no rebase el lugar que pretende ser iluminado, con la finalidad de no entorpecer las actividades nocturnas de los animales de la zona.
- Llevar a cabo un programa de capacitación para los empleados en el que se muestre la importancia y cuidado del entorno en el que se encuentran, dirigido hacia la conservación de la biodiversidad de la zona.

#### ***VI.1.5. Riesgo y otros aspectos***

- Acatar las medidas especificadas a través de la ejecución *in situ* de su Programa de Prevención de Accidentes.
- Notificar a la SEMARNAT cualquier cambio que exista dentro de la planta y que deba ser reportado en su PPA o ERA, para realizar las modificaciones correspondientes.
- Integrar un reporte anual de eventualidades en materia de riesgo ambiental.

#### **VI.2.- Impactos Residuales**

Se le conoce como impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, y otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

Se espera en este sentido que no haya filtraciones de las aguas contenidas en las piletas llevando en todo momento los monitoreos correspondientes.

## CAPITULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

## CONTENIDO

VII.	Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de las alternativas .....	201
VII.1.-	Pronóstico del escenario .....	201
VII.2.-	Programa de vigilancia ambiental .....	204
VII.3.-	Conclusiones .....	205



## **VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de las alternativas**

### **VII.1.- Pronóstico del escenario**

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 44 primer párrafo del REIA, que señala que al evaluar las Manifestaciones de Impacto Ambiental la Secretaría 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;
- II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
- III. En su caso, la Secretaría 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.

Derivado de lo anterior, el presente capítulo pretende demostrar y describir los diferentes escenarios que se pueden presentar durante el desarrollo del proyecto, tomando en consideración los pronósticos ambientales con base en la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental ya descrito en el Capítulo 4 del presente documento, así como la evaluación de los impactos y las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo que antecede, es así que se plantean tres escenarios posibles. Cabe mencionar que el proyecto del cual se trata en este documento específicamente se delimita a través del espacio y la función de las tres unidades de almacenaje que consisten en dos piletas (de 8,533 y 6,750 m<sup>2</sup> respectivamente) y otra de emergencia (de 7,227 m<sup>2</sup>), con todos sus complementos (camino, malla delimitadora, instalaciones de iluminación, refuerzo y recubrimientos internos).

A continuación se muestran los escenarios hipotéticos que se puedan derivar en diferentes condiciones conforme al establecimiento o no de la Manifestación de Impacto Ambiental diseñada para evaluar el presente:

#### ***VII.1.1. Escenario 0; Sin Proyecto***

Supone la situación ambiental actual de la zona de influencia del Proyecto y del Sistema Ambiental (SA). La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área del Proyecto ya fueron impactadas por la operación del propio complejo minero durante tres décadas. Por lo tanto,

si establecemos hipotéticamente la ausencia del proyecto de las piletas de agua y azolve, las condiciones medioambientales se verían afectadas debido a consecuencias como el aumento al consumo de agua ya que no habría actividades de ahorro de agua, siendo mayores los costos económicos y ambientales, así como limitar la capacidad de operaciones debido a no contar con la capacidad de agua requerida para el proceso y afectando los puestos de trabajo.

#### ***VII.1.2. Escenario 1; Con Proyecto pero sin medidas de mitigación***

Considera la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el Capítulo 2, para el cual se tomó como referencia el SA descrito en el Capítulo 4, así como los impactos ambientales descritos en el Capítulo 5 que se pueden generar con las actividades de operación del Proyecto. Sin embargo, se vería menos afectado que el escenario 0, debido a que si bien no se acatan los planes de mitigación, las estructuras del proyecto estarían cumpliendo parcial o totalmente con su función.

Que los elementos que conforman este proyecto ayuden a amortiguar los impactos del proceso dentro del complejo minero no significa que por sí solos amortigüen sus propios efectos adversos o riesgos dentro del área de influencia. Por lo tanto, en este escenario se evidencia la necesidad de incluir las medidas mencionadas en el capítulo anterior.

#### ***VII.1.3. Escenario 2; Proyecto con medidas de mitigación***

En este escenario se tomaría en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior pero incorporando ya las medidas de prevención y mitigación propuestas en el Capítulo 6. Al integrarse este proyecto con el sistema que comprende las instalaciones y las labores de la minería, la cantidad de impactos y riesgos ambientales se verá disminuída con la presencia de las medidas, ya que además se estarían cumpliendo con los objetivos del proyecto en mención, los cuales están relacionados con la optimización de procesos y con planes de emergencia enfocados a detener o atrasar algún fenómeno repentino o fuera de control dentro de las actividades de la mina. Asimismo, las medidas operacionales en conjunto (de la minera y de este proyecto, el cual abarca una sección de la misma) mejorarán la capacidad e incluso disminuirán las probabilidades de efectos adversos (si ocurren) si se comparan con los dos escenarios anteriores.

#### ***VII.1.4. Descripción comparativa***

En la siguiente tabla se presenta la descripción de las condiciones ambientales sin y con proyecto, así como las del mismo pero ya ejecutando las medidas de mitigación propuestas en el capítulo anterior,  
Tel. Oficina: 01 (442) 728 2369 Celular: (442) 1943979  
[sergio.macias.ingam@gmail.com](mailto:sergio.macias.ingam@gmail.com) El Pueblito, Municipio de Corregidora, Qro.

de tal manera que se pueda determinar que la ejecución del proyecto es ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten todas y cada una de las medidas propuestas y las que la autoridad evaluadora y resolutoria del presente proyecto tenga a bien indicar:

**Tabla VII.1. Descripción de escenarios en comparativa mutua.**

<b>Factor</b>	<b>Escenario 0</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>
	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto, sin Medidas</b>	<b>Con Proyecto, con Medidas</b>
<b>Aire</b>	1) Presencia de partículas suspendidas 2) Presencia de gases de combustión y de efecto invernadero 3) Ruidos y vibraciones	1) Presencia de partículas suspendidas 2) Presencia de gases de combustión y de efecto invernadero 3) Ruidos y vibraciones	1) Presencia de partículas suspendidas en menor grado 2) Presencia de gases de combustión y de efecto invernadero reducidos gracias a verificación vehicular 3) Ruidos y vibraciones aminorados
<b>Agua</b>	1) Uso del agua en los procesos, para manejo de jales, produciendo altas concentraciones de metales pesados	1) Uso del agua de forma más eficiente, produciendo altas concentraciones de metales pesados	1) Uso del agua de forma más eficiente, produciendo altas concentraciones de metales pesados
<b>Suelo</b>	1) Degradación natural 2) Susceptibilidad a contaminación por aceite, combustible o contacto con aguas del proceso	1) Degradación natural y provocada por la actividad del sitio y sus alrededores 2) Susceptibilidad a contaminación por aceite, combustible o contacto con aguas del proceso	1) Degradación natural y provocada por la actividad del sitio y sus alrededores, pero de forma controlada o mitigable
<b>Paisaje</b>	1) Afectación (controlada) por invasión de visibilidad 2) Presencia humana 3) Sin afectaciones en singularidades naturales, fragilidad, ni características intrínsecas	1) Afectación por invasión de visibilidad 2) Presencia humana 3) Sin afectaciones en singularidades naturales, fragilidad, ni características intrínsecas	1) Afectación por invasión de visibilidad (controlada) 2) Presencia humana 3) Sin afectaciones en singularidades naturales, fragilidad, ni características intrínsecas
<b>Socio-Económico</b>	1) Transporte 2) Empleos ya generados	1) Aumento de transporte (no verificado ni supervisado) 2) Generación de empleos	1) Aumento de transporte. 2) Generación de empleos

<b>Sobre riesgo</b>	1) El factor de riesgo ambiental, sin la ejecución del proyecto no representa una problemática significativa en la zona, sin embargo, es importante tomar en consideración los estudios pertinentes para controlar y medir el riesgo ambiental por la actividad minera	1) El factor de riesgo ambiental, sin la ejecución del proyecto no representa una problemática significativa en la zona, sin embargo, es importante tomar en consideración los estudios pertinentes para controlar y medir el riesgo ambiental por la actividad minera	1) Generación de fuentes de seguridad y monitoreo de calidad para asegurar al cuerpo laboral, no solo de la sección de piletas, sino de la mina (en todas sus secciones)
---------------------	--	--	--

## VII.2.- Programa de vigilancia ambiental

Con las medidas de prevención y mitigación indicadas en el capítulo anterior se busca que los impactos ambientales identificados tiendan al mínimo, sin embargo, para asegurar su cumplimiento es necesario establecer parámetros de cumplimiento, por lo que a continuación se muestra el programa de vigilancia ambiental:

**Tabla VII.2. Medidas de prevención y mitigación en relación con los reportes, estándares de referencia y al cargo de responsabilidad de dichas acciones.**

Medida	Periodicidad del reporte	Parámetro de medición	Responsable
Realizar muestreos perimetrales para partículas suspendidas totales, en por lo menos una vez al año.	Anual	El que la SEMARNAT considere	Promovente
Controlar las partículas suspendidas totales en los patios de maniobra y caminos, a través de compactación, mantenimiento o riegos periódicos con agua tratada y/o que cumplan con los parámetros establecidos en la normatividad aplicable.	Variable	Reporte con pruebas de acreditación	Promovente
Obtener las verificaciones correspondientes para los vehículos, camiones y maquinaria de Minera La Negra, S.A. de C.V., con la finalidad de cumplir con las normas oficiales.	Anual o Semestral	NOM-045-SEMARNAT-1996,	Promovente
		NOM-080-SEMARNAT-1994,	
		NOM-041-SEMARNAT-2015	
Realizar monitoreo para metales pesados aguas abajo en temporada de lluvias cuando en los cauces corran agua, con la finalidad de detectar fugas o posibles riesgos de contaminación al agua que corre por la cuenca.	Anual	Con los parámetros que la SEMARNAT considere	Promovente

Evitar cualquier derrame de residuos peligrosos en agua y suelo, identificándolos y transportándolos directamente de la generación al almacén temporal de residuos peligrosos.	Anual	Número de contingencias registradas	Promovente
Acatar las medidas de seguridad por parte de los trabajadores, haciendo uso debido del equipo de seguridad.	Anual	Reporte con pruebas de acreditación	Promovente
Integrar un reporte anual de eventualidades en materia de riesgo ambiental.	Anual	Número de contingencias registradas	Promovente
Evitar emplear materiales o cobertura con tonalidades acordes al medio que afecten parámetros de visibilidad del paisaje	Anual	Reporte con pruebas de acreditación	Promovente
Llevar a cabo un programa de capacitación para los empleados en el que se muestre la importancia y cuidado del entorno en el que se encuentran, dirigido hacia la conservación de la biodiversidad de la zona.	Anual	Reporte con pruebas de acreditación	Promovente

### VII.3.- Conclusiones

El presente documento pretende sentar las bases para mostrar a la autoridad que la ejecución del presente proyecto es técnica, jurídica y ambientalmente viable, buscando ejecutar cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, lo que permitirá un mejor control y seguimiento en los distintos compartimientos ambientales. Es así que queda demostrado que:

1. La elaboración del presente estudio consideró principalmente que las obras complementarias del complejo minero, como es el caso del presente proyecto, no ocasionarán efectos potenciales sobre el ambiente, tanto en la superficie que pretende ocupar la operación del proyecto como en el Sistema Ambiental en su totalidad, durante el tiempo previsto para su ejecución, llevand a cabo las medidas de mitigación y prevención propuestas en el presente documento.

2. Que de acuerdo con el diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental señalado el Capítulo 4 de la Manifestación de Impacto Ambiental del tipo Minero (modalidad particular) que se presenta en este documento, se concluyó que el proyecto no comprometerá la integridad funcional de los ecosistemas presentes en la región, ni generará impactos ambientales serios a las actividades funcionales de dichos ecosistemas en el Sistema Ambiental donde se enmarca, siempre y cuando cumpla con las medidas de prevención, mitigación y compensación contenidas en la presente, así como las que la Autoridad competente dictamine como necesarias.
3. El proyecto cumple con todos los ordenamientos jurídicos aplicables a nivel Federal, Estatal y Municipal.
4. De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se concluye que la integridad funcional del Sistema Ambiental en la que está inmerso el proyecto se ha visto reducida considerablemente por las actividades antropogénicas y los asentamientos urbanos en general, considerando lo siguiente:
  - a. El proyecto no afectará a individuos de especies de flora y fauna con algún estatus dentro de la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se pone en riesgo a ninguna de ellas, y en consecuencia, no existen elementos del proyecto que puedan poner en riesgo la integridad funcional de los ecosistemas con altos índices de perturbación derivado de las actividades antropogénicas que se llevaron a cabo en la zona.
  - b. Que los efectos ambientales negativos que se generarán con la ejecución del proyecto, serán atenuados o eliminados por la empresa Minera *La Negra*, S.A. de C.V., con las medidas de mitigación descritas en la Manifestación de Impacto Ambiental presentada, así como las condicionantes que la Autoridad determine.
  - c. La presente obra tiene como objetivo la optimización del uso de agua en los procesos operacionales de Minera *La Negra* S.A. de C.V., por lo que, la construcción de dos piletas de almacenamiento de agua de proceso (De 8 533 y 6 750 m<sup>2</sup> de superficie, y capacidades de 20 000 y 30 042 m<sup>3</sup>) y una pileta de emergencia para depósito de azolve (de superficie 2 772 m<sup>2</sup>) disminuirán los efectos negativos de algunos pasos en el proceso y aportarán potencialmente una disminución en el impacto ambiental de la minera, así como también incrementarán la seguridad en el proceso en casos de accidentes.