

## Capítulo I

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	2
I.1 Datos generales del proyecto .....	2
I.1.1 Nombre del proyecto.....	2
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	2
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	3
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	3
I.2 Promovente .....	3
I.2.1 Nombre o razón social.....	3
I.2.2 Registro Federal de Causantes .....	4
I.2.3 Representante legal.....	4
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones .....	4
I.3 Responsable de la elaboración de estudio de Impacto Ambiental .....	4
I.3.1 Nombre o razón social.....	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) .....	4
I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio .....	4
I.3.4 Dirección del responsable del estudio .....	4

### Índice de Figuras

Figura I. 1. Ubicación Geopolítica del Área del Proyecto.....	2
---	---

### Índice de Tablas

Tabla I. 1. Cronograma de actividades del proyecto.....	3
Tabla I. 2. Datos para oír o recibir notificaciones.....	4
Tabla I. 3. Dirección del responsable del estudio .....	4

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

### I.1 Datos generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Proyecto Minero "Tajo Veta Madre Fase 1"

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubicará en dos parcelas (parcelas 171 y 172) del ejido La Colorada y sus Anexos Las Prietas, así como en un Predio Rústico, en el municipio de La Colorada, estado de Sonora, saliendo de la Cd. de Hermosillo por la carretera federal No. 16 denominada Hermosillo-La Colorada, se recorren aproximadamente 45 kilómetros hasta llegar a Miguel Hidalgo y Costilla, girando hacia la derecha y se continuo derecho por 400 m. En el entronque Yécora-La Colorada, se toma hacia la derecha. Después de 1km recto, se gira a la izquierda, hacia la entrada de la mina. De ahí se toma derecho por la carretera de terracería por 5 km hasta llegar al área de interés.

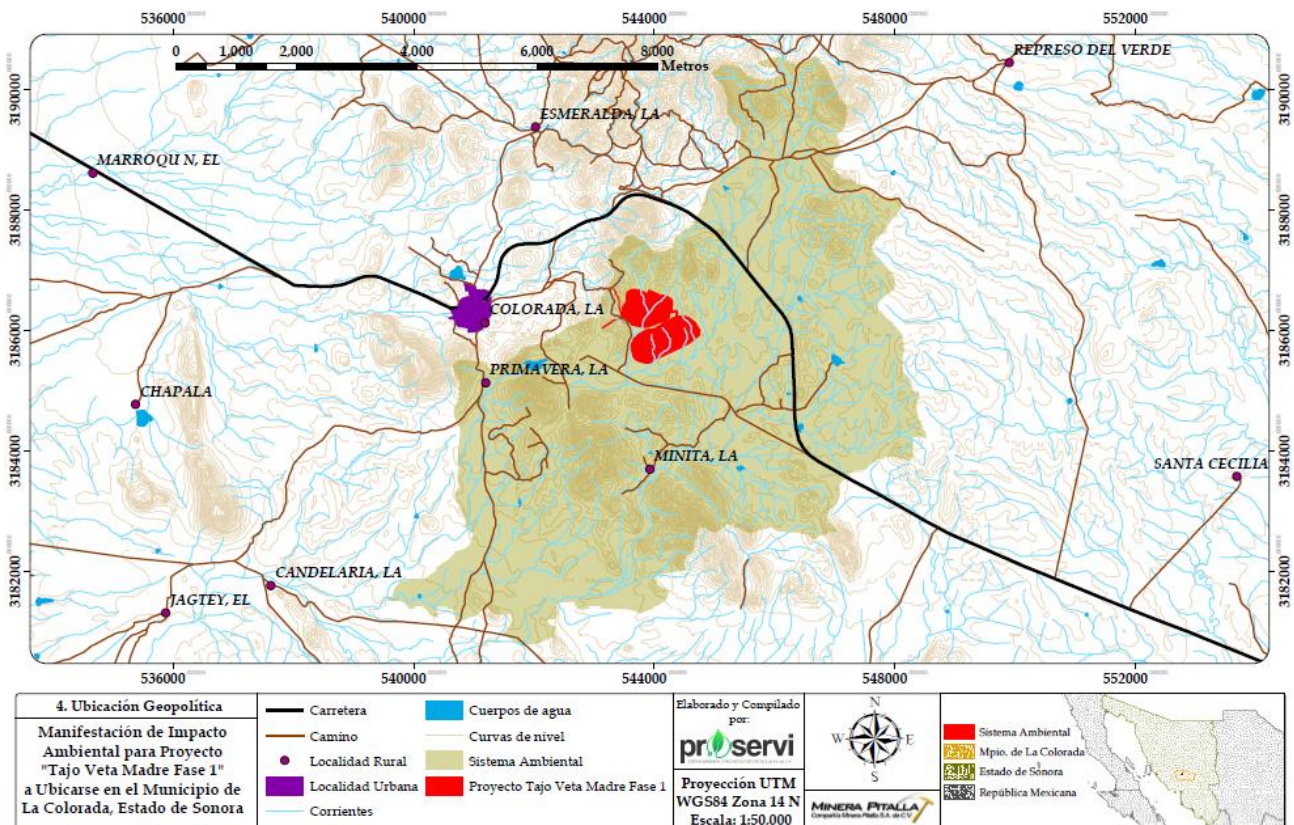


Figura I. 1. Ubicación Geopolítica del Área del Proyecto

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

El tiempo de vida útil del proyecto será de 52 años, como se muestra en la tabla I.1.

**Tabla I. 1.** Cronograma de actividades del proyecto

Obra y/o actividad	Años de 5 en 5										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	52
Localización y Trazo											
Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre											
Rescate de flora											
Desmante y Despalse											
Transporte de material y equipo											
Nivelación y compactación											
Construcción											
Operación y mantenimiento											
Obras de conservación de suelo y agua											
Reubicación de flora y reforestación											
Seguimiento de trabajos de reubicación de flora											
Limpieza del sitio											
Reconformación											
Reforestación											

### I.1.4 Presentación de la documentación legal

Ver Anexo, "Documentación Legal"

## I.2 Promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

**Confidencial**

### I.2.2 Registro Federal de Causantes

**Confidencial**

### I.2.3 Representante legal

**Confidencial**

### I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

Tabla I. 2. Datos para oír o recibir notificaciones

Datos	
Domicilio	<b>Confidencial</b>
Mail	
Tel	

### I.3 Responsable de la elaboración de estudio de Impacto Ambiental

#### I.3.1 Nombre o razón social

**Confidencial**

#### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

**Confidencial**

#### I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

**Confidencial**

#### I.3.4 Dirección del responsable del estudio

Tabla I. 3. Dirección del responsable del estudio

Datos	
Domicilio	<b>Confidencial</b>
Mail	
Tel	

## Capítulo II

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
II.1 Información general del Proyecto.....	3
II.1.1. Naturaleza del Proyecto .....	4
II.1.2 Selección del sitio.....	16
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	23
II.1.4 Inversión requerida .....	38
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	38
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	39
II.2 Características particulares del proyecto .....	40
II.2.1 Programa general de trabajo.....	42
II.2.2 Preparación del sitio.....	44
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	45
II.2.4 Etapa de construcción .....	45
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.....	50
II. 2.6. Personal .....	51
II.2.7. Etapa de abandono del sitio.....	51
II.2.8. Utilización de explosivos.....	52
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera. ....	53
II.2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos .....	55

### Índice de Figuras

Figura II. 1. Polígonos del proyecto.....	3
Figura II. 2. Polígonos y obras del proyecto.....	4
Figura II. 3. Empotramiento de postes.....	9
Figura II. 4. Vista de como debe quedar empotrado y compactado el poste .....	10
Figura II. 5. Construcción típica de caminos .....	16
Figura II. 6. Áreas Naturales Protegidas.....	18
Figura II. 7. Región Terrestre Prioritaria.....	19
Figura II. 8. Región Hidrológica Prioritaria.....	20
Figura II. 9. Áreas de importancia para la conservación de las Aves.....	21
Figura II. 10. Ubicación geopolítica del proyecto .....	23
Figura II. 11. Proyecto.....	29
Figura II. 12. Polígono 1 Tajo .....	30
Figura II. 13. Polígono 2 Camino de acarreo .....	30
Figura II. 14. Polígono 3 Tajo 2.....	31
Figura II. 15. Polígono 4 Tepetatera.....	31
Figura II. 16. Polígono 5 Camino Vecinal .....	32
Figura II. 17. Polígono 6 Línea Eléctrica.....	32

Figura II. 18. Polígono 7 Taller .....	33
Figura II. 19. Vértices del proyecto .....	33
Figura II. 20. Vértices del polígono 1 Tajo .....	34
Figura II. 21. Vértices del polígono 2 Camino de Acarreo .....	34
Figura II. 22. Vértices del polígono 3 Tajo 2 .....	35
Figura II. 23. Vértices del polígono 4 Tepetatera .....	35
Figura II. 24. Vértices del polígono 5 Camino vecinal .....	36
Figura II. 25. Vértices del polígono 6 Línea Eléctrica .....	36
Figura II. 26. Vértices del polígono 6 Línea Eléctrica .....	37
Figura II. 27. Predio de ocupación .....	37

### Índice de Tablas

Tabla II. 1. Características de la subestación .....	8
Tabla II. 2. Características a considerar para la apertura de cepas de acuerdo al tipo de suelo.....	8
Tabla II. 3. Coordenadas del polígono 1 del proyecto .....	24
Tabla II. 4. Coordenadas del polígono 2 del proyecto .....	25
Tabla II. 5. Coordenadas del polígono 3 del proyecto .....	25
Tabla II. 6. Coordenadas del polígono 4 del proyecto .....	26
Tabla II. 7. Coordenadas del polígono 5 del proyecto .....	27
Tabla II. 8. Coordenadas del polígono 6 del proyecto .....	28
Tabla II. 9. Coordenadas del polígono 7 del proyecto .....	29
Tabla II. 10. Superficies por comunidad vegetal y/o uso de suelo.....	38
Tabla II. 11. Superficies por obra.....	38
Tabla II. 12. Colindancias .....	39
Tabla II. 13. Requerimientos de servicios del proyecto .....	39
Tabla II. 14. Volúmenes a remover del estrato arbóreo .....	40
Tabla II. 15. Volúmenes a remover del estrato arbustivo .....	40
Tabla II. 16. Individuos a remover, renuevos del estrato arbóreo, herbáceas y cactáceas....	41
Tabla II. 17. Cronograma de Actividades .....	42

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del Proyecto

El proyecto Tajo Veta Madre Fase 1 de la Mina La Colorada, propiedad de la empresa Compañía Minera Pitalla S.A. de C.V., subsidiaria de Argonaut Gold; mismo que se ubica cercano a la comunidad de La Colorada, en el municipio de La Colorada, en el estado de Sonora. El objetivo de este proyecto es incrementar la producción de la extracción de minerales puesto que se han descubierto nuevos yacimientos minerales, para lo cual se pretende realizar el minado a cielo abierto, para lo cual será necesario abrir un tajo que estará acompañado de sus obras auxiliares: tepetatera, taller, línea eléctrica, camino de acarreo y un camino vecinal. El proyecto ocupa una superficie de 96.859073 hectáreas y para establecerse, es necesario realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en dicha superficie. A continuación, en la Figura II.1, se puede apreciar la distribución de la ocupación del proyecto.

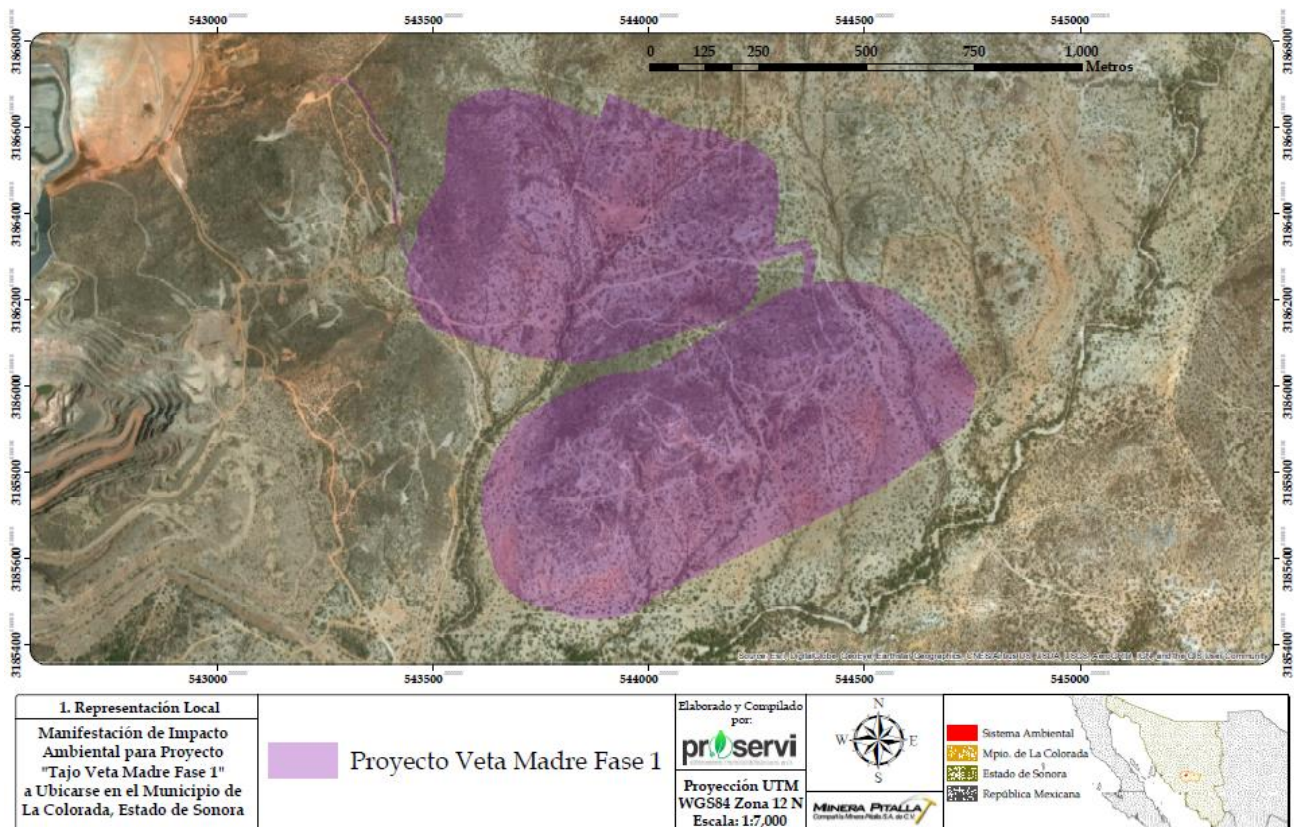


Figura II. 1. Polígonos del proyecto

### II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El proyecto estará integrado 7 polígonos que componen un conjunto de obras, mismas que se señalan en la figura siguiente (Figura II.2). El proyecto ocupa una superficie de 96.859073 hectáreas, de estas, es necesario remover la vegetación en su totalidad. La vegetación que se verá afectada corresponde a matorral subtropical.

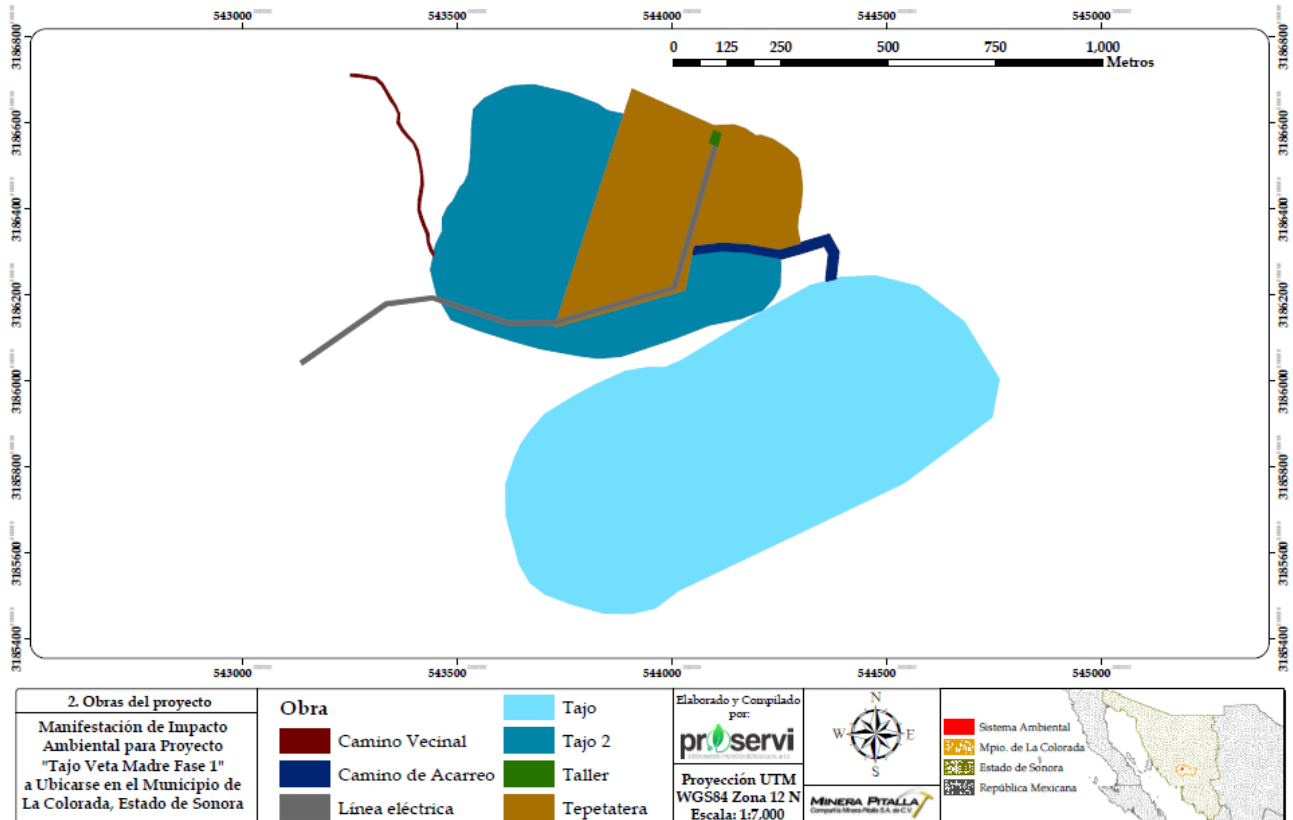


Figura II. 2. Polígonos y obras del proyecto

#### Camino de acarreo

La construcción del camino de acarreo cumple con los requisitos establecidos para las vías construidas para uso interior en una mina a cielo abierto. Los requisitos serán:

- Pendientes
- Anchos de la vía
- Compactación



Para el cálculo de la construcción de una vía se debe tener en cuenta la resistencia a la rodadura, el esfuerzo de tracción y las resistencias causada por la penetración de la rueda en el suelo, por la flexión de las llantas y en cierto modo por la fricción de rodamiento de las ruedas.

Generalmente se encuentran vías de penetración a las minas de explotación que no tienen diseño para su construcción y siempre por debajo de la norma relacionada con el ancho de ellas y con pendientes entre los 8 y los 10 grados.

- *Ancho mínimo de la Vía de acarreo:* El ancho mínimo de berma a berma de una vía de acarreo es de 26 m.
- *Bermas de protección:* Toda vía de acarreo debe estar provista de bermas de seguridad para evitar la caída al nivel inferior de cualquier vehículo que transporte por ella. En algunos casos, las bermas de protección podrán ser remplazadas por taludes naturales del terreno. Las bermas de protección tendrán una altura mínima de 1.20 m.



**Fotografía II.1.** Ejemplo de camino de acarreo



Fotografía II.2. Ejemplo de camino de acarreo

### Tepetatera

Es una obra auxiliar cuya función, será donde se deposite y almacene el material rocoso extraído del tajo, sin ningún material peligroso y sin valores minerales. Para desarrollar esta obra no será necesario realizar cortes al terreno ya que la pendiente natural es óptima para establecer la Tepetatera.





**Fotografía II.3.** Ejemplo de área de tepetatera

### **Línea de distribución eléctrica**

El alcance del trabajo incluye una nueva línea de distribución de 13.8 kV entre la Unidad Minera La Colorada y el proyecto Tajo Veta Madre Fase 1. La línea de distribución es de aproximadamente 634 metros, y ascenderá a un solo circuito de línea diseñado para 13.8 kV que inicialmente opera a 13.8 kV. La línea se apoyará en postes de concreto, en estructura T sencilla y doble para los remates, soportada en aislador cerámico y de suspensión para 15 kV nominal. El cable de protección aérea de ser utilizado como un punto muerto mientras que la línea está funcionando a 13.8kV.

Las características particulares de la **línea eléctrica** son las siguientes:

**Origen:** Subestación La Colorada

**Final:** Subestación Veta Madre

**Longitud:** Aproximadamente 634 metros

**Localización:** Municipio La Colorada, estado de Sonora

**Tipo:** Aérea circuito trifásico, con hilo de guarda.

**Tensión de servicio:** 13.8 KV

**Conductores:** CONDOR 250 KCM

**Cable de tierra:** Calibre 4 AWG desnudo

**Apoyos:** Metálicos galvanizados

**Aisladores:** Aislador ASUS sintético 15 kV y tipo poste kV cerámico

Por lo que respecta a los detalles de la nueva Subestación Veta Madre, se tienen las siguientes características:



**Tabla II. 1.** Características de la subestación

DATOS BÁSICOS DE INSTALACIÓN	
Nombre de la subestación	Veta Madre
Tecnología:	Tipo pedestal
Número de bahías en 13.8 kV	1 bahía de línea + 1 bahía de transformador (lado 13.8kV)
Número transformadores de distribución	1 transformador 2MVA
Número de bahías de reserva sin equipar	1
<b>Datos básicos de diseño:</b>	13.8kV
Temperatura máxima extrema	+71° C
Temperatura mínima extrema	-1.1° C
Coeficiente sísmico de terreno firme Tipo I	0.08 g
Tensión Máxima de Diseño (kV)	15 kV

A partir de la subestación, se lleva a cabo un sistema de alimentación de media y baja tensión: el sistema de distribución será de tipo "A" 3f-4h, conexión "estrella" en la subestación con el neutro sólidamente conectado a tierra; y un neutro corrido desde la subestación y multiaterrizado.

### Apertura de Cepas

Las principales consideraciones para la apertura de las cepas es que deben estar en el centro de la línea de trazo, con la finalidad de que los postes queden alineados, las dimensiones de la cepa, estarán en consideración del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. Como mínimo el diámetro de la cepa es de 50 cm, en la siguiente tabla se muestran los diferentes diámetros a manejar por el tipo de suelo, y altura del poste, para el proyecto se manejarán postes de 12 m de altura con una resistencia de 750 kg/cm<sup>2</sup>, en la figura siguiente se puede apreciar gráficamente las actividades que se llevarán a cabo para la apertura de las cepas.

**Tabla II. 2.** Características a considerar para la apertura de cepas de acuerdo al tipo de suelo

Altura (m) y resistencia (Kg) del poste	EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)		
	Blando Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Normal Tierra común	Duro Tepetate, grava y roca
7-600	140	120	100
9-450	160	140	120
12-750	190	170	150
13-600	200	180	160

EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)			
Altura (m) y resistencia (Kg) del poste	Blando	Normal	Duro
	Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Tierra común	Tepetate, grava y roca
14-700	210	190	170
15-800	220	200	180

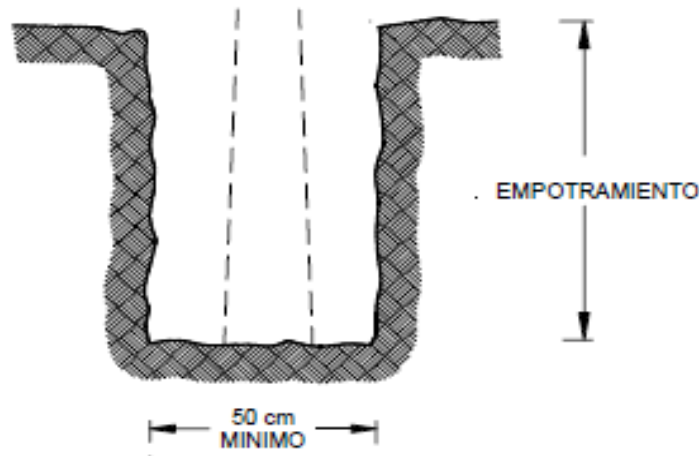
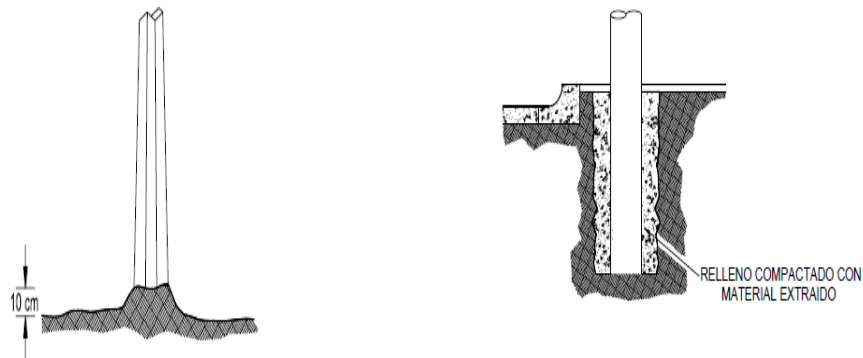


Figura II. 3. Empotramiento de postes

- Inserte el poste en la cepa y céntralo en la misma.
- Gire el poste para que la cara con las características del mismo quede del lado del tránsito.
- Con el material extraído rellene la cepa con una capa de 20 cm alrededor del poste y compáctelo.
- Plomear el poste y continuar relleno la cepa en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Compruebe la verticalidad del poste.
- Es importante dejar un pequeño montículo compacto de tierra sobre el nivel del piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste. (Ver Figura I.2).



**Figura II. 4.** Vista de como debe quedar empotrado y compactado el poste

*Vestido de estructuras:* consiste en colocar en los lugares correspondientes de la estructura de soporte los herrajes, aisladores y accesorios en general. Se colocarán aisladores sintéticos en cada suspensor y aisladores tipo poste cerámico para soporte de línea. Se colocarán mediante una maniobra sencilla sosteniendo el cable conductor con un montacargas y tenazas especiales para detener el cable, se coloca la cadena en el herraje correspondiente de la estructura y se engancha con la clema al cable conductor.

*Tendido y tensado del cable conductor y de guarda:* Consiste en colocar el cable de acero revestido de aluminio, y los herrajes correspondientes y accesorios necesarios a fin de sujetarlos de las cadenas de aisladores, la instalación de separadores cuando se necesiten y, en general, la ejecución de empalme en tramos de cable conductor, la instalación de puentes y remates en los postes, y tensar el cable para que tenga la tensión requerida y que quede a una altura determinada del suelo. La maniobra de tensado consiste en elaborar un programa de tendido para optimizar el metraje de cada carrete. Se coloca una máquina tensadora en el claro de un poste o en las áreas de maniobras para el tendido de cable; por el otro lado del poste se instala una máquina pilotera, que liberará poco a poco el cable piloto que guiará al cable de acero revestido de aluminio y, posteriormente, el cable de guarda. Una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con los herrajes correspondientes.



**Fotografía II.4.** Ejemplo de área de servicio eléctrico



**Fotografía II.5.** Ejemplo de área de servicio eléctrico (interior)



**Fotografía II.6.** Ejemplo de líneas eléctricas en el área del proyecto



**Fotografía II.7.** Ejemplo de torres de línea eléctrica



## **Taller**

El planeamiento y el diseño del taller afectaran tanto a la inversión en el edificio, herramental, como la misma productividad y eficiencia. Para efectuar un adecuado mantenimiento preventivo, será preciso dividir el parque de maquinaria en dos grupos:

- a) Equipos móviles
  - Volquetes
  - Tractores de neumáticos
  - Tractores de orugas
  - Palas cargadoras
  - Moto traillas
  - Vehículos auxiliares (moto niveladora, camión de riego, compactador)
  
- b) Equipos pesados semiestaticos
  - Excavadoras
  - Dragalinas
  - Perforadoras
  - Subestaciones
  - Rotopalas

La estación de servicio, cuyas funciones serán las propias de un mantenimiento preventivo deberá disponer de:

- Tanques independientes y de capacidad suficiente
- Estación de despacho de combustible. Con el preciso control de caudales
- Naves de aceites y grasas sin fosos de engrase
- Naves o stocks de neumáticos. Maquinaria de montaje
- Almacene suficiente para previsión de recogida de excedentes
- Cisternas de aceites usados
- Compresores de aire y bombonas de nitrógeno
- Instalación de distribución de aire comprimido
- Equipos de soldadura
- Naves de carga de baterías y equipos eléctricos
- Planta de lavado con diseño para evacuar las aguas sucias y el barro, que pasará a ser un fuerte problema en épocas de lluvia
- Equipos de lavado a presión y temperatura



**Fotografía II.8.** Ejemplo de taller

### **Tajo**

La minería a cielo abierto consiste en la extracción por separado de la totalidad de la sustancia mineral y estéril que se encuentra en el depósito, hasta una profundidad determinada por las condiciones propias del yacimiento. Esencialmente es una excavación abierta al aire para extraer el recurso mineral del subsuelo. Este sistema se emplea cuando la relación entre el volumen de estéril y mineral (toneladas, onzas troy, mt<sup>3</sup>, relación de descapote) permita una explotación económicamente rentable. Esta minería ofrece, entre otras ventajas, un mayor grado de mecanización, seguridad y mayores volúmenes de extracción que la minería subterránea.

El tajo abierto es el método más avanzado técnicamente. Se caracteriza por mover grandes volúmenes de material estéril. El diseño comprende una serie de bancos de extracción ubicados en el macizo rocoso o mineralizado, que por su buzamiento obligan a una profundización de la excavación. Los materiales estériles pueden ser dispuestos en la parte externa o interna del tajo.

Estas explotaciones pueden realizarse de manera longitudinal, transversal o mixta.

Características:

Extracción del estéril con voladura o medios mecánicos

Conjunto de capas con espesores variables.



Valores mínimos de corte  
Minerales marginales  
Capas con inclinaciones superiores a 20°  
Capacidad portante de la roca.

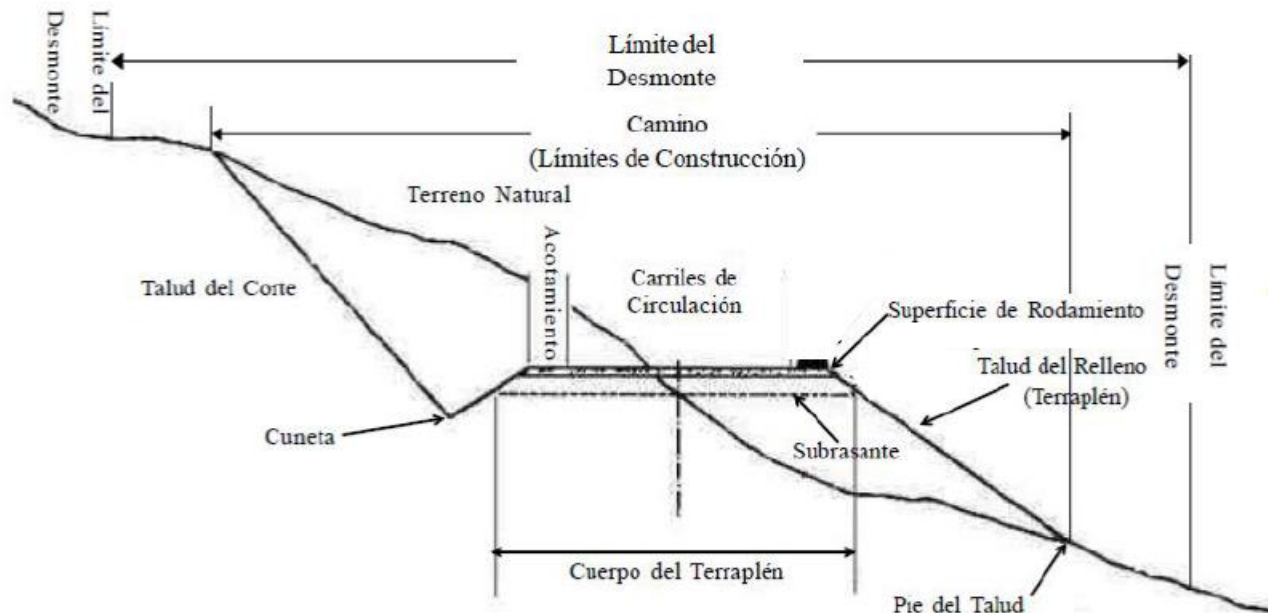
Principalmente aplicable a:  
Materiales de construcción.  
Metálicos como: hierro, cobre, plomo, zinc, níquel  
Energético como carbón



**Fotografía II.9.** Ejemplo de área tajo a cielo abierto

### **Camino Vecinal**

Este será una desviación del camino vecinal principal y comunicará más adelante nuevamente con el camino principal. Su función es permitir el acceso adecuado de los vecinos del poblado La Colorada a las zonas aledañas del proyecto. Para el revestimiento, así como la construcción de terraplenes del camino suministrarán estos materiales localizados dentro del área del proyecto, específicamente del área de tajo, de aquel material que será depositado en la tepetatera. Las características del mismo serán las típicas de ingeniería de caminos, tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura II. 5.** Construcción típica de caminos

### II.1.2 Selección del sitio

En proyectos mineros la exploración llevada a cabo previo al diseño del proyecto define la ubicación de los mismos, puesto que la exploración ubica los posibles yacimientos, entonces una vez que se definen estos se ubican las obras para desarrollar la explotación, tal es el caso del presente proyecto, sin embargo, para definir la ubicación de cada obra y del proyecto en general, se toman las siguientes consideraciones:

#### A. Actividades de gabinete

- Recopilación de información general, tal como:
- Cartas topográficas del INEGI
- Carreteras, vías del ferrocarril, aeropuertos, presas, etc., operando y en proyecto
- Desarrollos industriales, habitacionales y turísticos
- Información bibliográfica general de:
  - a. Áreas naturales protegidas, como parques nacionales, reservas de la biosfera, zonas arqueológicas, entre otras
  - b. Zonas inundables o propensas a inundación
  - c. Vientos dominantes y algunos datos meteorológicos

Una vez recopilada la información anterior se definió lo siguiente:

### **Ordenamiento:**

Para definir si el área en que pretende establecerse el proyecto es adecuada para desarrollar el mismo, se consulta el ordenamiento que existe en la zona, encontrando que a nivel estatal existe un ordenamiento para el área y no existe ordenamiento municipal, ni comunitario, sin embargo, si existe ordenamiento nacional.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto se encuentra ubicado en las Unidad Ambiental Biofísica "Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales" la cual cuenta con una superficie de 30,374.48 km<sup>2</sup>. Esta unidad ambiental está calificada como inestable, contiene muy baja superficie correspondiente a ANP's, la degradación de los suelos es alta; de la vegetación está catalogada como baja y media degradación por desertificación, tiene déficit de agua tanto superficial como subterránea, el uso de suelo es otro tipo de vegetación, con alta importancia de las actividades mineras y agricultura altamente tecnificada, mientras que las actividades ganaderas son de baja importancia.

La política ambiental de esta unidad ambiental biofísica es de aprovechamiento sustentable y restauración, con prioridad de atención baja, su rector de desarrollo la Preservación de Flora y Fauna, los coadyuvantes del desarrollo es la minería y la ganadería, los asociados del desarrollo es el área forestal, mientras que otro interés es la agricultura.

Al ser consideradas las actividades mineras de importancia y ser el rector de desarrollo se considera que los terrenos son adecuados para desarrollar el proyecto de acuerdo con el ordenamiento.

### **Social y Cultural**

Con respecto al aspecto social y cultural se evaluó la cercanía del área del proyecto con poblados cercanos y/o centros o áreas de interés cultural o ceremonial (de grupos indígenas), resultando que no se encuentran centros o áreas de interés cultural o ceremonial en el área del proyecto. La localidad más cercana se encuentra a 5 kilómetros del área del proyecto, siendo esta la denominada La Colorada en dirección este del área del proyecto.



Posterior al análisis anterior se evaluó la probabilidad de obtener la tenencia de la tierra, ya sea siendo por medio de un contrato de ocupación temporal, compra y/o contrato de comodato para la utilización del ejido La Colorada y su Anexo Las Prietas, así como de un predio rústico propiedad de la empresa minera.

Al no existir centros ceremoniales, grupos indígenas, ni comunidades cercanas al área del proyecto y al haber adquirido la propiedad se justifica que los terrenos son adecuados para el establecimiento del proyecto.

### Áreas de Importancia Ecológica

- **Áreas Naturales Protegidas (ANP).** Como se menciona en el Capítulo III del presente documento, el área del proyecto se encuentra fuera de toda Área Natural Protegida.

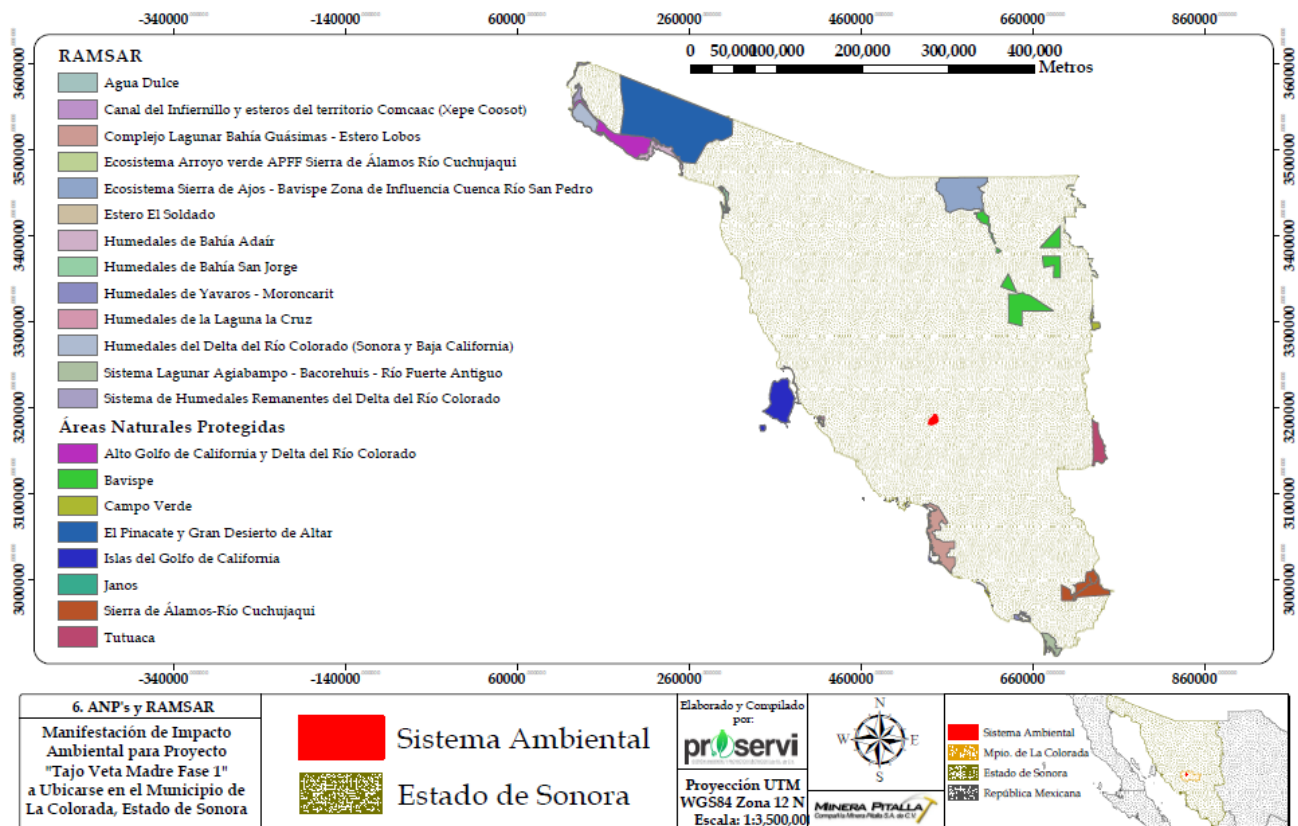


Figura II. 6. Áreas Naturales Protegidas

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).** El proyecto, no incide en Regiones Terrestres Prioritarias.

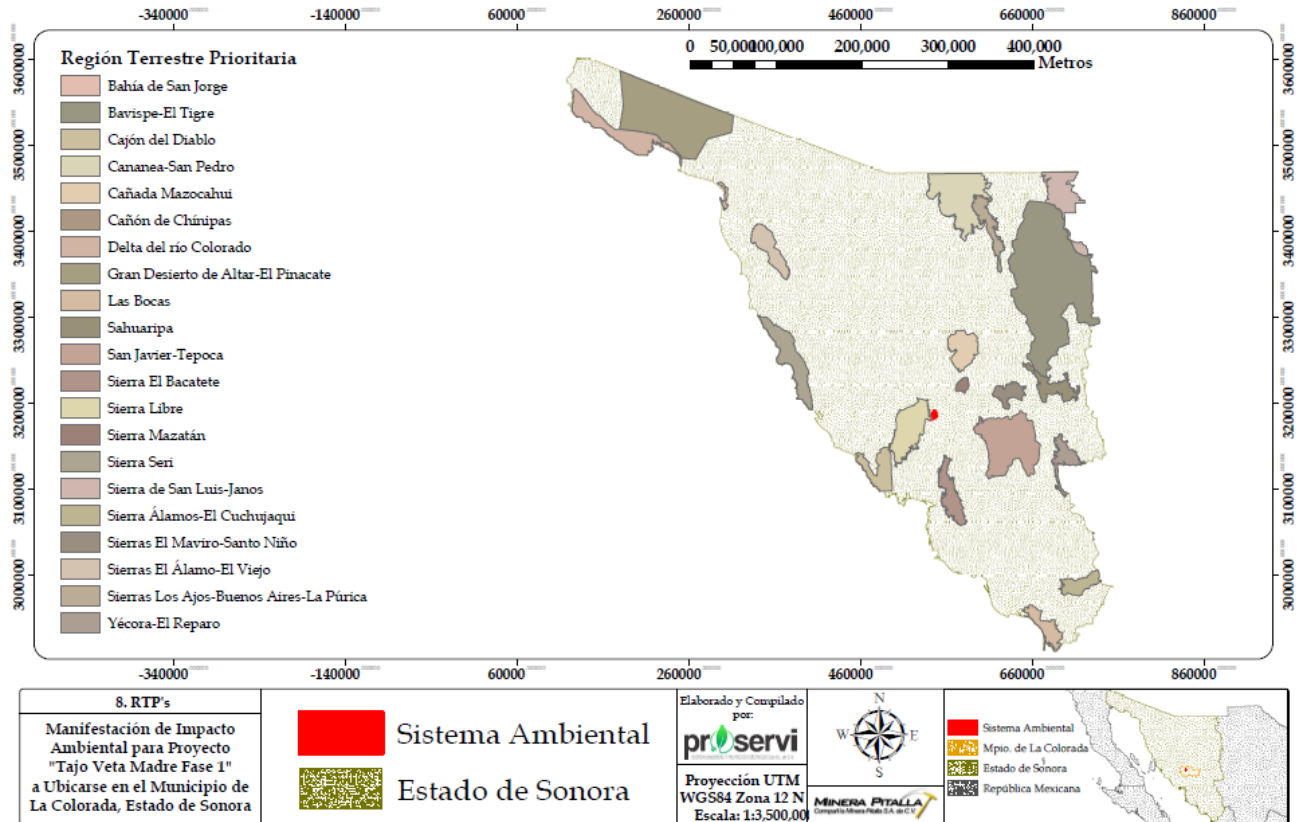


Figura II. 7. Región Terrestre Prioritaria

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).** El proyecto no incide en Regiones Hidrológicas Prioritarias, como se muestra a continuación en figura II.8.

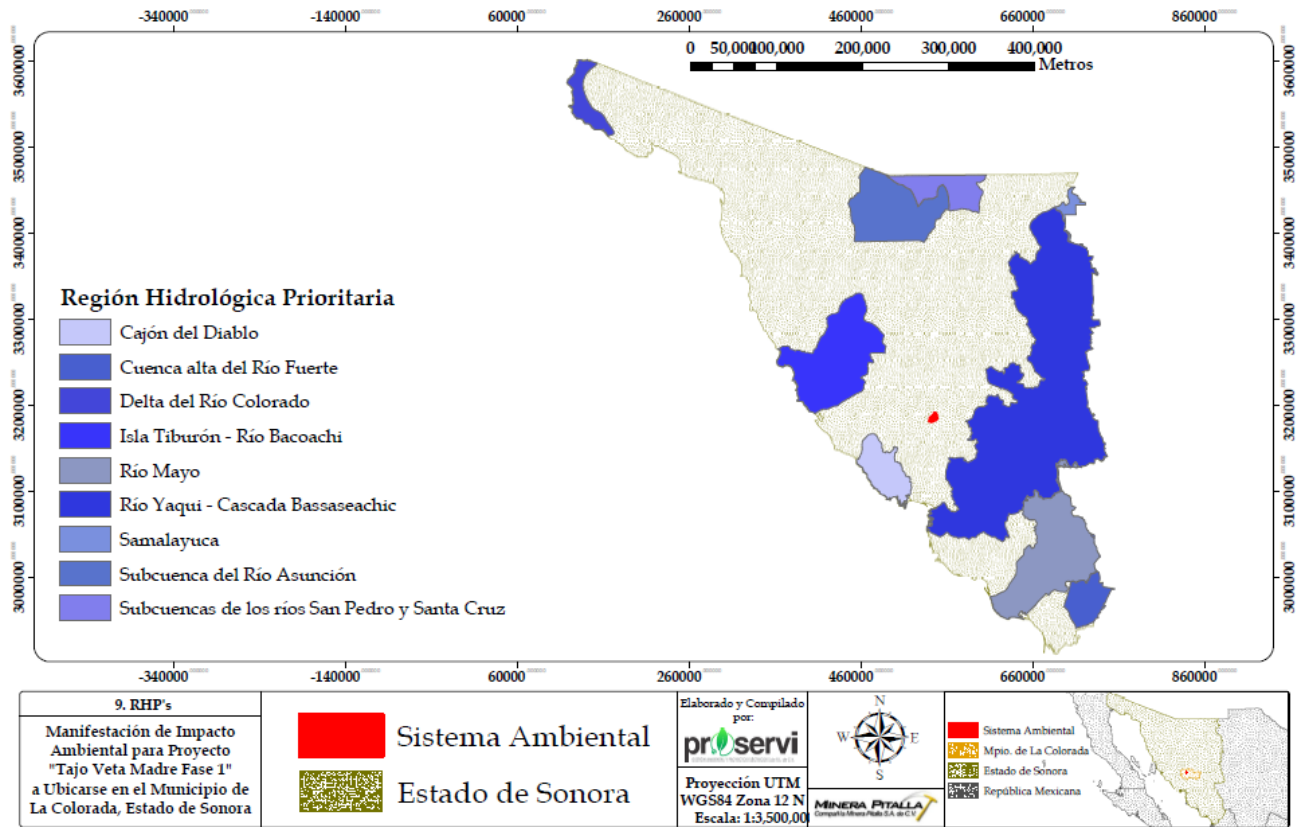


Figura II. 8. Región Hidrológica Prioritaria

- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).** El área donde se ubicará el proyecto se encuentra fuera de toda AICA, a continuación, en la figura II.9, se puede observar la ubicación del proyecto con respecto a las AICAS.



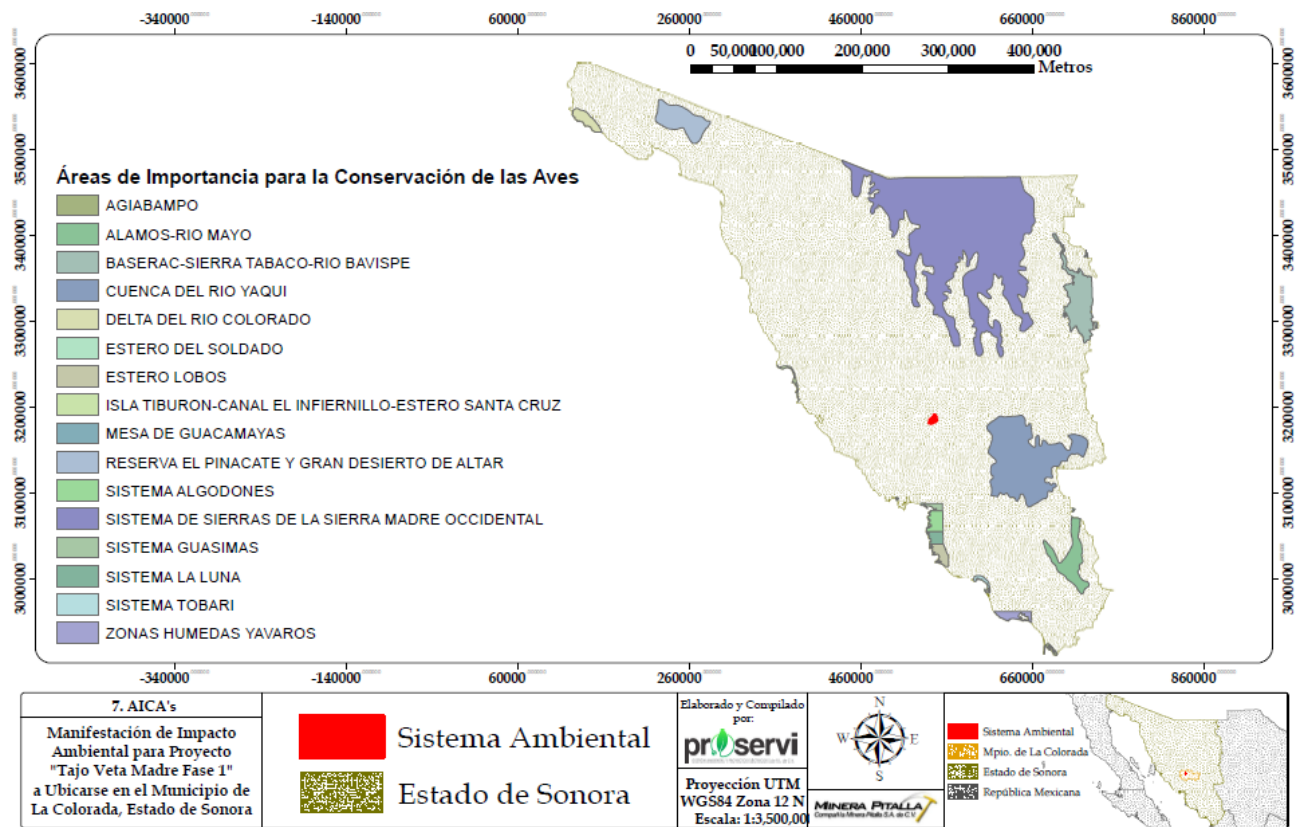


Figura II. 9. Áreas de importancia para la conservación de las Aves

El área en que pretende ubicarse el proyecto no se ubica en áreas naturales protegidas ni en algún área de importancia ecológica, por lo que se consideran adecuados los terrenos para el establecimiento del proyecto.

### Hidrológica

Como se ha establecido anteriormente el área del proyecto no se ubica en regiones hidrológicas prioritarias, este se ubica en la Región Hidrológica Sonora Sur (RH9), específicamente en la cuenca Río Mátape, subcuenca R. Mátape - Empalme (RH9Ca), dentro de esta última se delimito el sistema ambiental o microcuenca de estudio, la cual cuenta con una superficie de 4,226.3908 hectáreas.

Realizando la suma total de los cauces de distinto orden y jerarquía de la microcuenca delimitada es de 328 corrientes; la densidad de drenaje es de 3.71 longitud de cauces/km<sup>2</sup>. La longitud total de los cauces de distinto orden es de 157.037413km. El índice de compacidad de la microcuenca tiene un valor de 1.7, que la caracteriza con forma más



cercana a la forma alargada. La sinuosidad de la corriente es 1.50 indicando que la microcuenca tiene una sinuosidad media, es decir medianamente drenada. Dentro de la microcuenca como se ha mencionado anteriormente se encuentran 328 corrientes, de las cuales 159 son de orden 1, 74 de orden 2, 58 de orden 3, 21 de orden 4 y 15 de orden 5. Todos los cauces son intermitentes y llevan agua solamente en temporada de lluvias.

### **Topografía**

El sistema ambiental presenta rangos altitudinales que van desde 349 msnm hasta 711 msnm con una diferencia de altitud de 362 m en un área total de 42.263908 km<sup>2</sup>, información a partir de la cual se define un grupo topográfico dado a partir de los valores de disección vertical: y este presenta una disección vertical de colinas ligeramente diseccionadas en un rango de 0-8.5 m/km<sup>2</sup>. es decir que prácticamente el área es plana, lo que facilita el establecimiento de las obras.

### **Otras consideraciones**

Los terrenos son apropiados para el establecimiento del Tajo Veta Madre Fase 1, debido a que en dicha zona se ubica la veta de interés para la empresa promotora; la ubicación del tajo está en función de los resultados de estudios de exploración y geológicos que indican que dichas áreas son las adecuadas para resistir el rompimiento y permitir la construcción de un tajo estable.

El área seleccionada para tepetatera, se eligió en función de la cercanía del tajo y la topografía del sitio, que favorece el establecimiento de las tepetateras.

En general cada una de las obras se diseñó en función de las necesidades del proyecto y en base a la experiencia del desarrollo de otros proyectos mineros, de igual manera no existen en el área centros ceremoniales de interés para grupos indígenas, tampoco existe presencia de grupos indígenas, ni cercanía a poblados, por otro lado, se cuenta con la tenencia de la tierra y el área no se encuentra dentro de áreas de importancia ecológica. De igual manera y no menos importante se generarán 250 empleos, lo que traerá beneficios a las comunidades aledañas, tanto por la generación de empleos, así como por consumo de bienes y servicios por contratistas de obra, asimismo, de acuerdo con el ordenamiento general del territorio las actividades mineras son las de mayor importancia en la unidad biofísica y son su rector de desarrollo, por lo anterior se considera viable el establecimiento del proyecto en el sitio seleccionado.

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

El proyecto se ubicará en el ejido La Colorada y sus Anexos Las Prietas y en un predio rústico, en el municipio de La Colorada, estado de Sonora, saliendo de la Cd. de Hermosillo por la carretera federal No. 16 denominada Hermosillo-La Colorada, se recorren aproximadamente 45 kilómetros hasta llegar a Miguel Hidalgo y Costilla, girando hacia la derecha y se continua derecho por 400 m. En el entronque Yecora-La Colorada, se toma hacia la derecha. Después de 1 km recto, se gira a la izquierda, hacia la entrada de la mina. De ahí se toma derecho por la carretera de terracería por 5 km hasta llegar al área de interés.

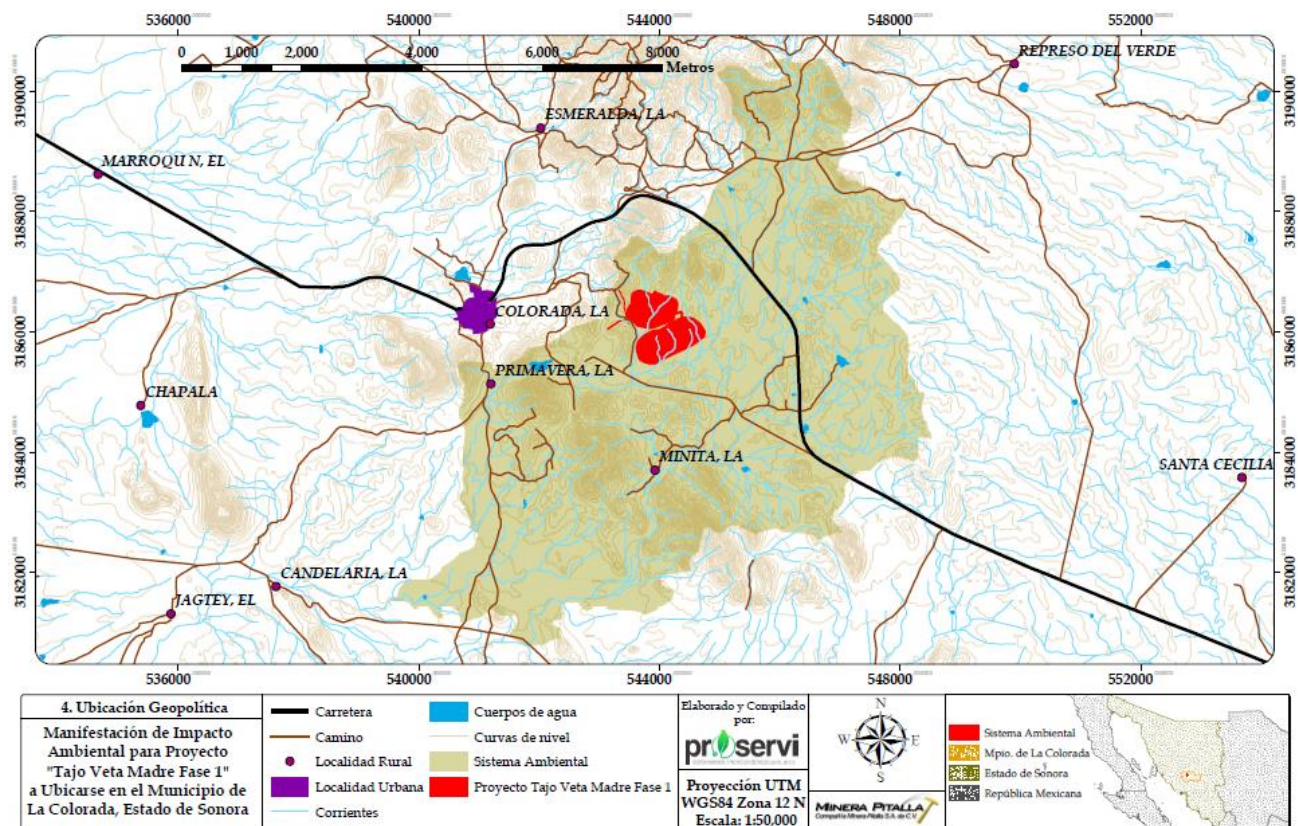


Figura II. 10. Ubicación geopolítica del proyecto

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación del proyecto, en WGS84-Z12N en las Tablas II.3 a Tablas II.9.

**Tabla II. 3.** Coordenadas del polígono 1 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Tajo	1	0	544474.121	3186244.230
Tajo	1	1	544571.721	3186220.252
Tajo	1	2	544680.099	3186137.775
Tajo	1	3	544741.736	3186037.212
Tajo	1	4	544761.800	3186004.478
Tajo	1	5	544744.261	3185916.019
Tajo	1	6	544706.927	3185888.208
Tajo	1	7	544576.267	3185790.510
Tajo	1	8	544539.348	3185763.372
Tajo	1	9	544405.250	3185699.486
Tajo	1	10	544233.413	3185617.620
Tajo	1	11	544012.937	3185512.595
Tajo	1	12	543960.633	3185472.174
Tajo	1	13	543905.220	3185459.697
Tajo	1	14	543841.929	3185460.095
Tajo	1	15	543763.757	3185482.077
Tajo	1	16	543704.419	3185505.065
Tajo	1	17	543669.371	3185531.602
Tajo	1	18	543644.276	3185574.436
Tajo	1	19	543613.581	3185686.866
Tajo	1	20	543613.020	3185761.381
Tajo	1	21	543633.754	3185822.065
Tajo	1	22	543648.329	3185853.867
Tajo	1	23	543671.112	3185885.672
Tajo	1	24	543704.269	3185923.189
Tajo	1	25	543771.716	3185964.716
Tajo	1	26	543822.917	3185992.153
Tajo	1	27	543891.555	3186022.735
Tajo	1	28	543944.726	3186031.712
Tajo	1	29	543982.093	3186030.867
Tajo	1	30	544022.322	3186048.509
Tajo	1	31	544195.511	3186152.448
Tajo	1	32	544322.632	3186222.607
Tajo	1	33	544359.242	3186232.189
Tajo	1	34	544395.240	3186241.610

**Tabla II. 4.** Coordenadas del polígono 2 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Camino de Acarreo	2	0	544359.242	3186232.189
Camino de Acarreo	2	1	544357.531	3186237.631
Camino de Acarreo	2	2	544364.202	3186295.615
Camino de Acarreo	2	3	544354.452	3186313.061
Camino de Acarreo	2	4	544303.140	3186297.154
Camino de Acarreo	2	5	544250.280	3186282.620
Camino de Acarreo	2	6	544174.328	3186295.912
Camino de Acarreo	2	7	544117.097	3186299.545
Camino de Acarreo	2	8	544044.587	3186290.726
Camino de Acarreo	2	9	544049.337	3186315.799
Camino de Acarreo	2	10	544116.403	3186323.638
Camino de Acarreo	2	11	544177.166	3186319.780
Camino de Acarreo	2	12	544249.111	3186307.190
Camino de Acarreo	2	13	544365.918	3186341.742
Camino de Acarreo	2	14	544388.929	3186300.564
Camino de Acarreo	2	15	544381.970	3186240.069
Camino de Acarreo	2	16	544382.572	3186238.210

**Tabla II. 5.** Coordenadas del polígono 3 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Tajo 2	3	0	544044.587	3186290.726
Tajo 2	3	1	544117.097	3186299.545
Tajo 2	3	2	544174.328	3186295.912
Tajo 2	3	3	544250.280	3186282.620
Tajo 2	3	4	544252.948	3186273.952
Tajo 2	3	5	544251.407	3186220.652
Tajo 2	3	6	544234.692	3186190.813
Tajo 2	3	7	544210.178	3186164.775
Tajo 2	3	8	544160.477	3186145.369
Tajo 2	3	9	544086.147	3186130.111
Tajo 2	3	10	544003.348	3186098.310
Tajo 2	3	11	543881.842	3186057.764
Tajo 2	3	12	543828.773	3186053.272
Tajo 2	3	13	543782.996	3186058.880
Tajo 2	3	14	543691.836	3186075.777
Tajo 2	3	15	543624.236	3186094.310
Tajo 2	3	16	543548.951	3186118.268

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Tajo 2	3	17	543485.390	3186142.232
Tajo 2	3	18	543452.065	3186200.810
Tajo 2	3	19	543437.756	3186258.891
Tajo 2	3	20	543444.204	3186290.115
Tajo 2	3	21	543446.009	3186298.868
Tajo 2	3	22	543449.646	3186316.468
Tajo 2	3	23	543464.678	3186347.402
Tajo 2	3	24	543465.170	3186379.993
Tajo 2	3	25	543477.420	3186404.594
Tajo 2	3	26	543489.492	3186418.116
Tajo 2	3	27	543506.409	3186450.877
Tajo 2	3	28	543515.833	3186460.014
Tajo 2	3	29	543526.199	3186482.787
Tajo 2	3	30	543530.191	3186515.136
Tajo 2	3	31	543532.433	3186556.089
Tajo 2	3	32	543532.924	3186588.679
Tajo 2	3	33	543537.679	3186632.068
Tajo 2	3	34	543562.854	3186657.082
Tajo 2	3	35	543612.546	3186681.943
Tajo 2	3	36	543632.737	3186686.395
Tajo 2	3	37	543677.946	3186689.119
Tajo 2	3	38	543761.012	3186669.603
Tajo 2	3	39	543826.759	3186643.766
Tajo 2	3	40	543848.618	3186628.894
Tajo 2	3	41	543887.957	3186620.402
Tajo 2	3	42	543727.419	3186126.395
Tajo 2	3	43	544029.684	3186212.069

**Tabla II. 6.** Coordenadas del polígono 4 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Tepetatera	4	0	543887.957	3186620.402
Tepetatera	4	1	543906.970	3186678.907
Tepetatera	4	2	544097.310	3186593.398
Tepetatera	4	3	544142.891	3186595.670
Tepetatera	4	4	544169.690	3186587.138
Tepetatera	4	5	544194.947	3186570.706
Tepetatera	4	6	544206.607	3186571.403
Tepetatera	4	7	544233.405	3186562.871

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Tepetatera	4	8	544268.591	3186539.978
Tepetatera	4	9	544293.264	3186516.976
Tepetatera	4	10	544299.986	3186483.939
Tepetatera	4	11	544303.550	3186448.613
Tepetatera	4	12	544299.388	3186404.634
Tepetatera	4	13	544293.358	3186382.500
Tepetatera	4	14	544291.924	3186356.290
Tepetatera	4	15	544298.387	3186320.779
Tepetatera	4	16	544249.111	3186307.190
Tepetatera	4	17	544177.166	3186319.780
Tepetatera	4	18	544116.403	3186323.638
Tepetatera	4	19	544049.337	3186315.799
Tepetatera	4	20	544029.684	3186212.069
Tepetatera	4	21	543727.419	3186126.395

**Tabla II. 7.** Coordenadas del polígono 5 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Camino Vecinal	5	0	543251.076	3186708.503
Camino Vecinal	5	1	543251.422	3186714.493
Camino Vecinal	5	2	543271.799	3186712.761
Camino Vecinal	5	3	543311.779	3186705.944
Camino Vecinal	5	4	543327.051	3186692.058
Camino Vecinal	5	5	543357.616	3186640.440
Camino Vecinal	5	6	543366.109	3186621.116
Camino Vecinal	5	7	543364.757	3186602.975
Camino Vecinal	5	8	543374.253	3186585.895
Camino Vecinal	5	9	543386.343	3186570.463
Camino Vecinal	5	10	543399.466	3186555.353
Camino Vecinal	5	11	543409.067	3186537.070
Camino Vecinal	5	12	543417.147	3186497.283
Camino Vecinal	5	13	543419.736	3186477.173
Camino Vecinal	5	14	543420.987	3186456.574
Camino Vecinal	5	15	543417.791	3186436.831
Camino Vecinal	5	16	543414.595	3186417.088
Camino Vecinal	5	17	543413.485	3186398.813
Camino Vecinal	5	18	543419.157	3186379.635
Camino Vecinal	5	19	543425.831	3186361.227
Camino Vecinal	5	20	543433.881	3186342.918



Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Camino Vecinal	5	21	543435.503	3186322.041
Camino Vecinal	5	22	543441.776	3186305.545
Camino Vecinal	5	23	543446.009	3186298.868
Camino Vecinal	5	24	543444.204	3186290.115
Camino Vecinal	5	25	543436.709	3186302.332
Camino Vecinal	5	26	543429.705	3186322.041
Camino Vecinal	5	27	543428.388	3186340.503
Camino Vecinal	5	28	543420.339	3186358.812
Camino Vecinal	5	29	543413.403	3186377.933
Camino Vecinal	5	30	543407.731	3186397.112
Camino Vecinal	5	31	543408.672	3186418.047
Camino Vecinal	5	32	543415.064	3186457.533
Camino Vecinal	5	33	543415.265	3186476.832
Camino Vecinal	5	34	543412.630	3186496.416
Camino Vecinal	5	35	543408.955	3186516.075
Camino Vecinal	5	36	543404.332	3186534.959
Camino Vecinal	5	37	543396.584	3186552.666
Camino Vecinal	5	38	543382.203	3186566.602
Camino Vecinal	5	39	543369.691	3186582.628
Camino Vecinal	5	40	543359.415	3186600.244
Camino Vecinal	5	41	543361.559	3186621.307
Camino Vecinal	5	42	543354.102	3186637.902
Camino Vecinal	5	43	543342.198	3186653.976
Camino Vecinal	5	44	543332.547	3186671.955
Camino Vecinal	5	45	543322.526	3186688.117
Camino Vecinal	5	46	543308.502	3186700.918
Camino Vecinal	5	47	543270.490	3186706.905

**Tabla II. 8.** Coordenadas del polígono 6 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Línea eléctrica	6	0	544096.254	3186550.263
Línea eléctrica	6	1	544105.293	3186546.355
Línea eléctrica	6	2	544009.458	3186214.839
Línea eléctrica	6	3	543729.130	3186131.661
Línea eléctrica	6	4	543621.900	3186129.161
Línea eléctrica	6	5	543442.157	3186188.932
Línea eléctrica	6	6	543335.972	3186174.762
Línea eléctrica	6	7	543139.232	3186037.797





Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Línea eléctrica	6	8	543134.003	3186046.340
Línea eléctrica	6	9	543332.081	3186183.791
Línea eléctrica	6	10	543442.254	3186198.493
Línea eléctrica	6	11	543621.853	3186139.200
Línea eléctrica	6	12	543732.368	3186141.625
Línea eléctrica	6	13	544001.235	3186220.363
Línea eléctrica	6	14	544066.587	3186448.276

Tabla II. 9. Coordenadas del polígono 7 del proyecto

Obra	No. Polígono	Vértice	X	Y
Taller	7	0	544096.745	3186582.412
Taller	7	1	544113.914	3186575.013
Taller	7	2	544105.293	3186546.355
Taller	7	3	544087.138	3186554.204

A continuación, se presentan en las figuras siguientes el área del proyecto, mismo que será sometido en su totalidad en cambio de uso de suelo, pudiéndose apreciar las imágenes satelitales.

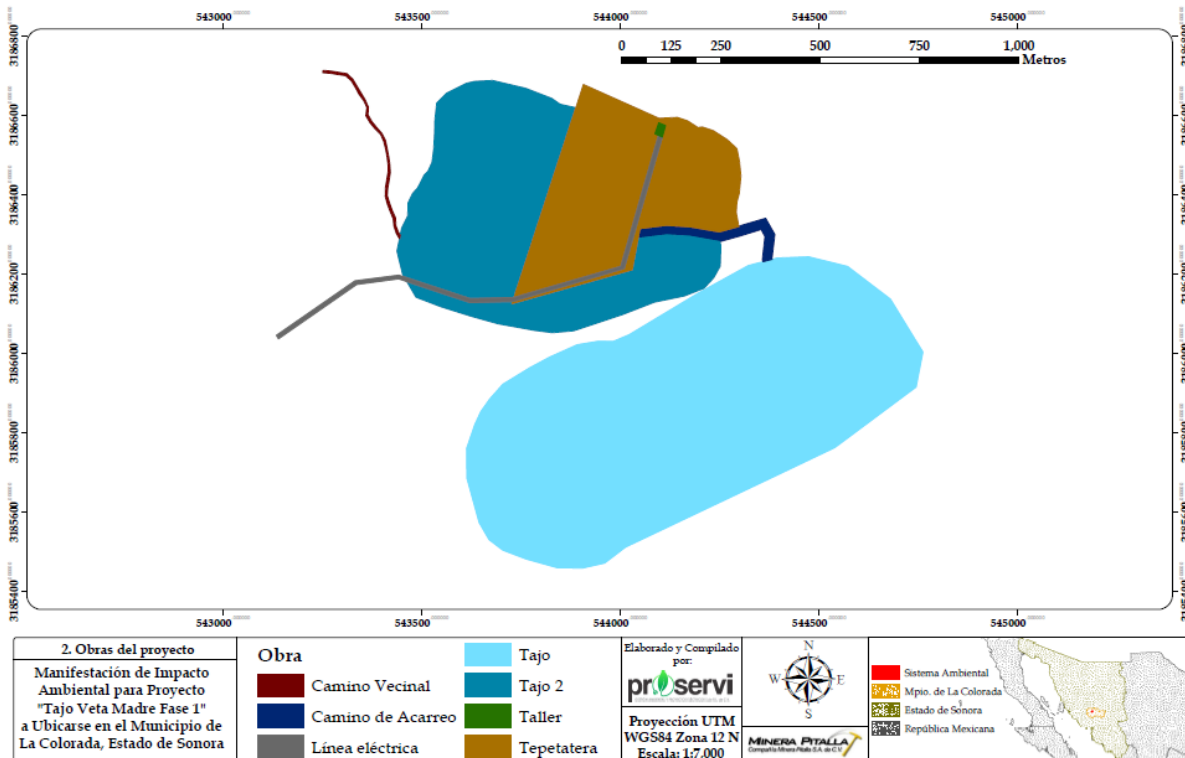


Figura II. 11. Proyecto



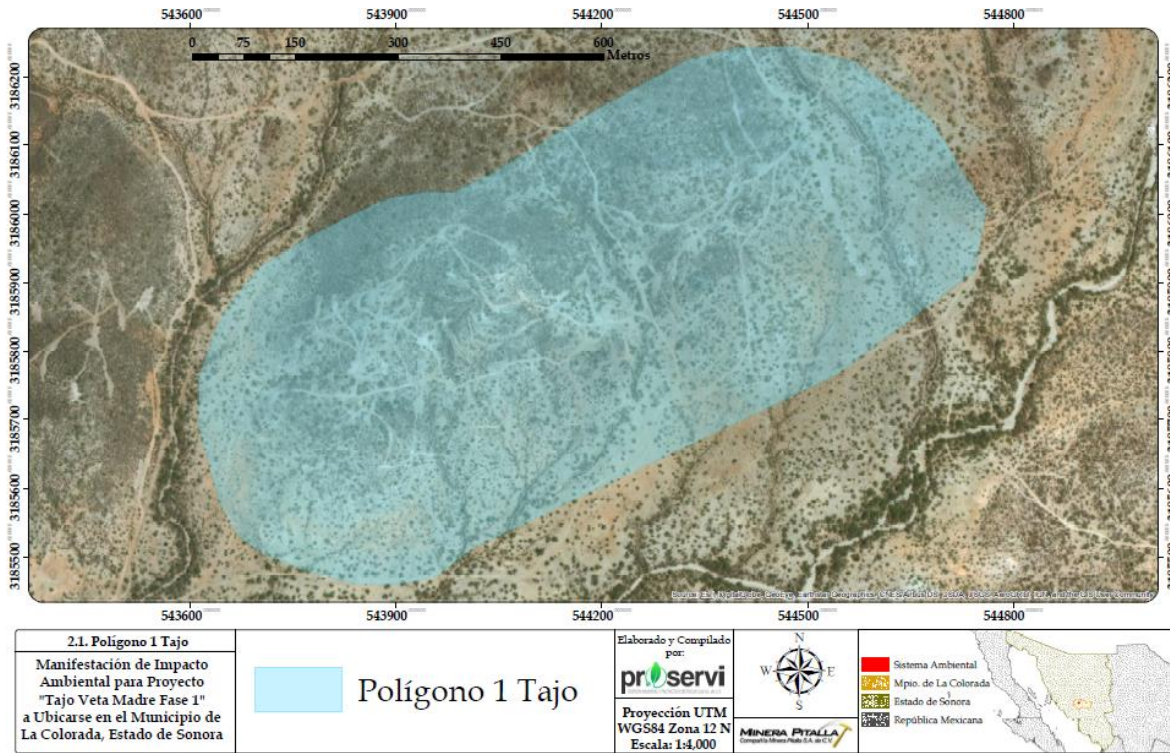


Figura II. 12. Polígono 1 Tajo

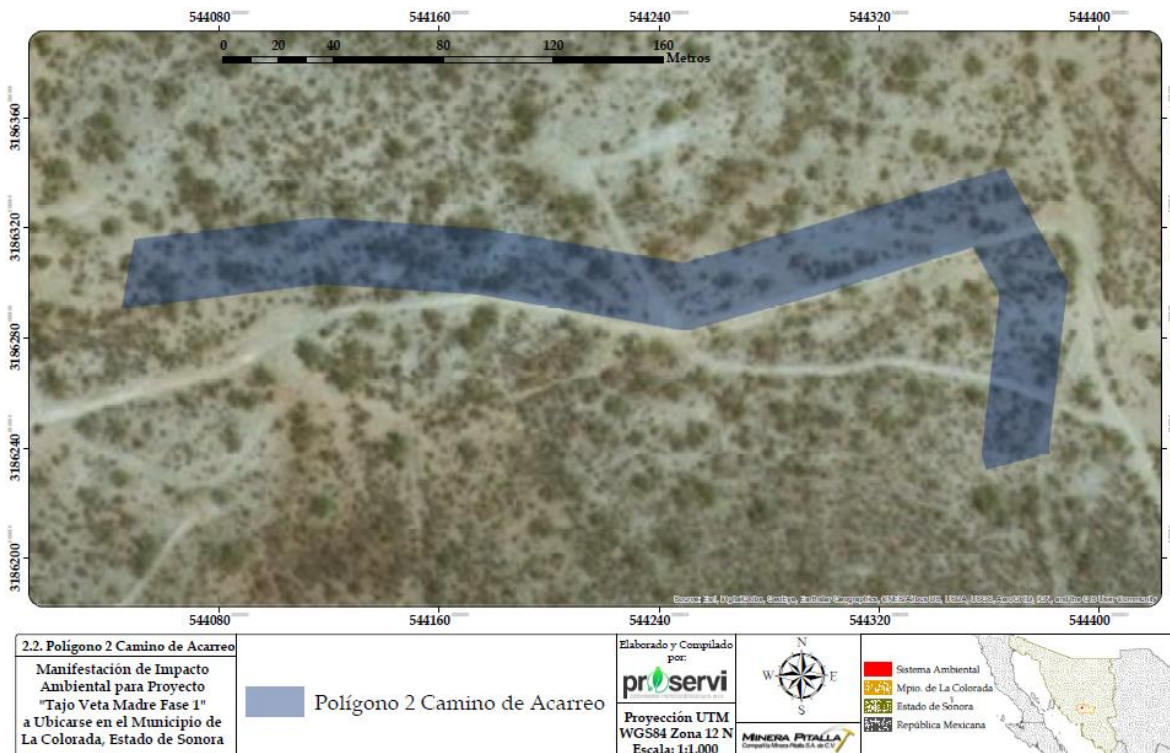


Figura II. 13. Polígono 2 Camino de acarreo

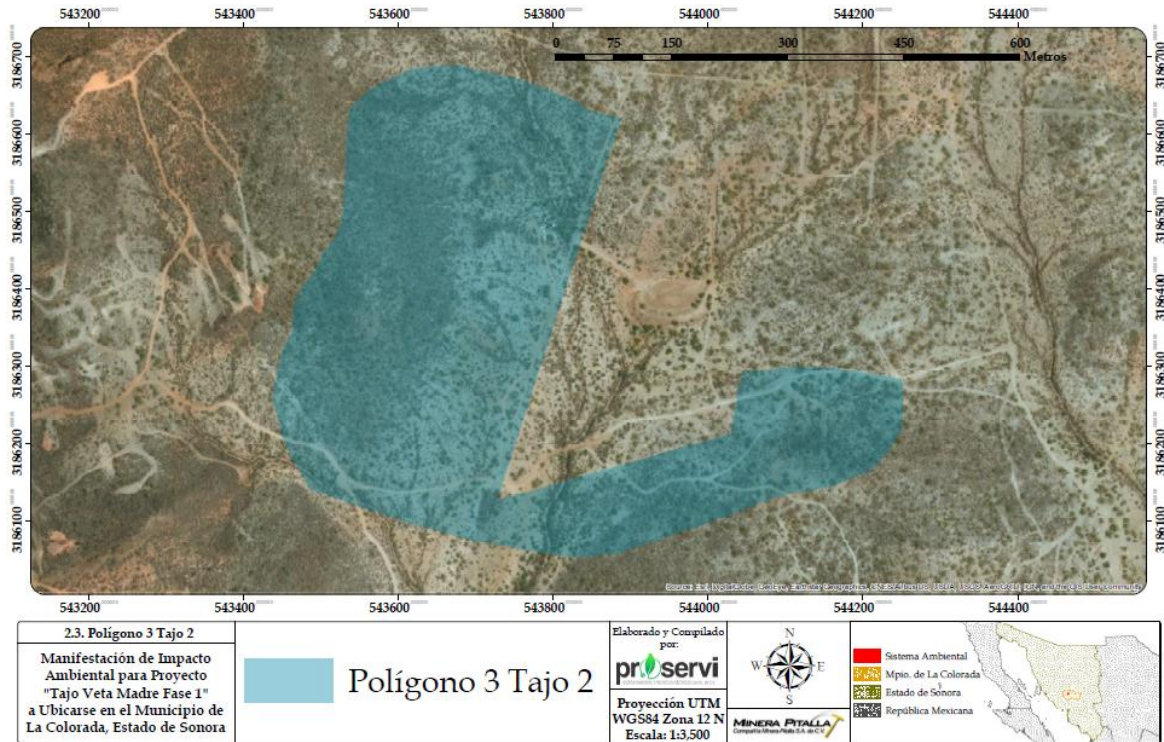


Figura II. 14. Polígono 3 Tajo 2

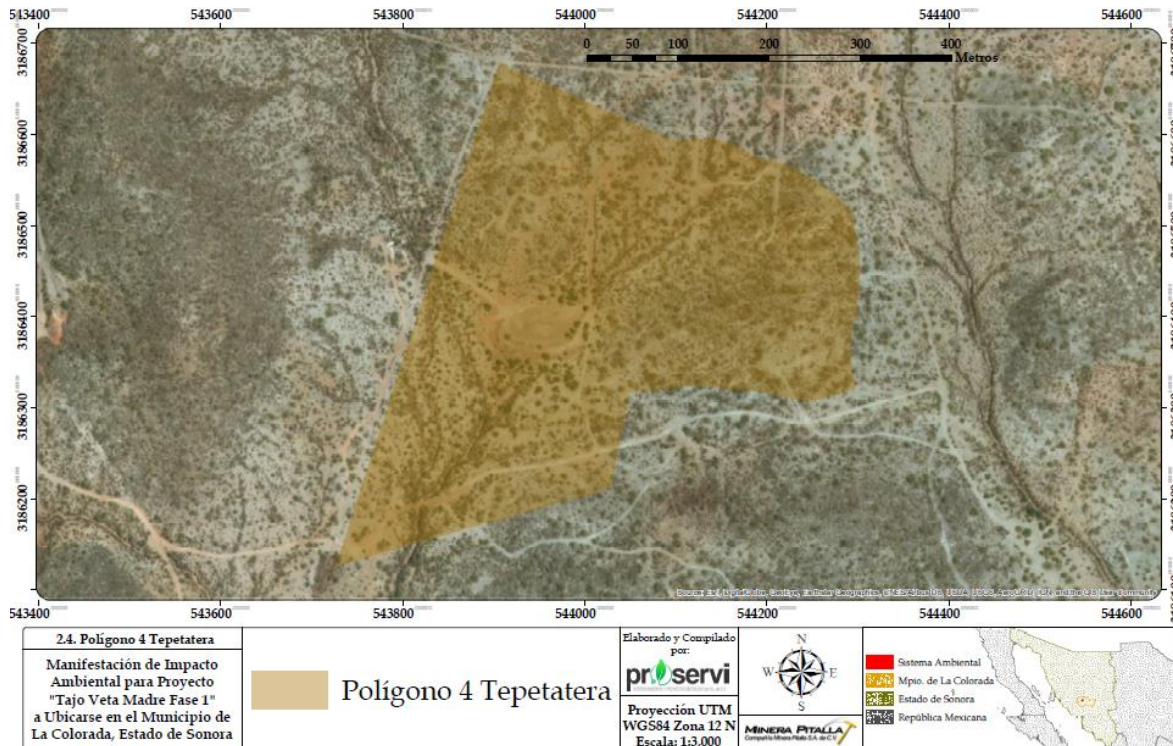


Figura II. 15. Polígono 4 Tepetatera

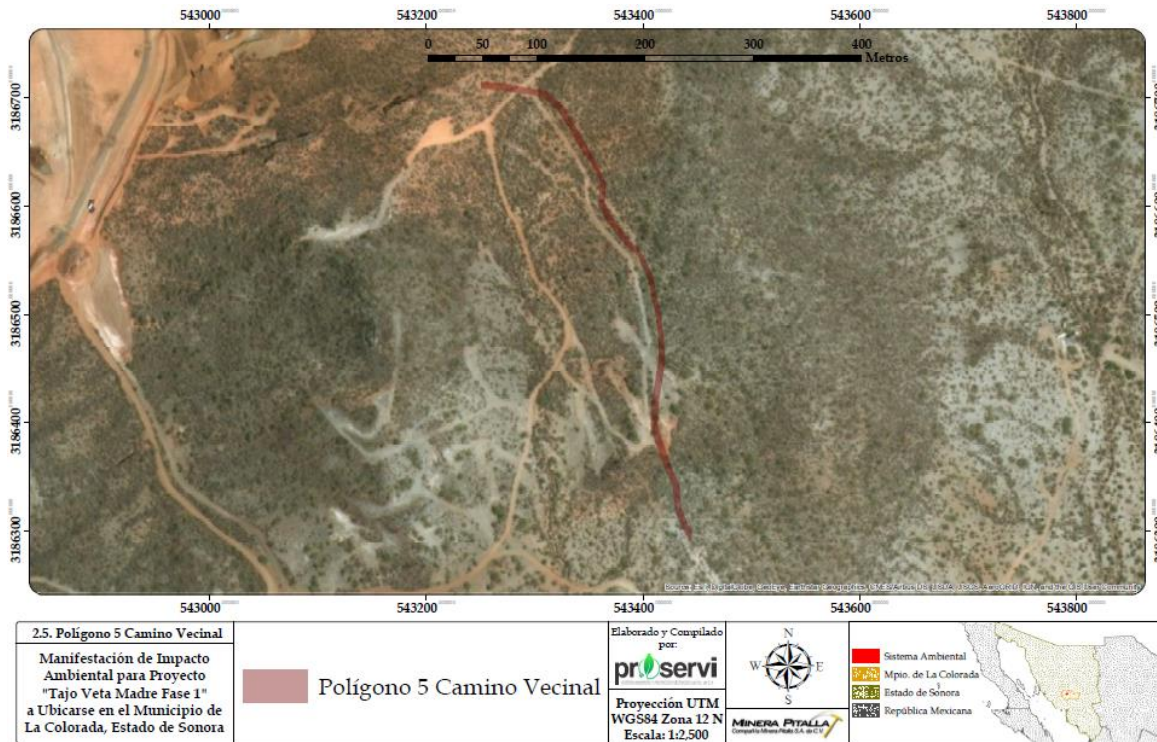


Figura II. 16. Polígono 5 Camino Vecinal

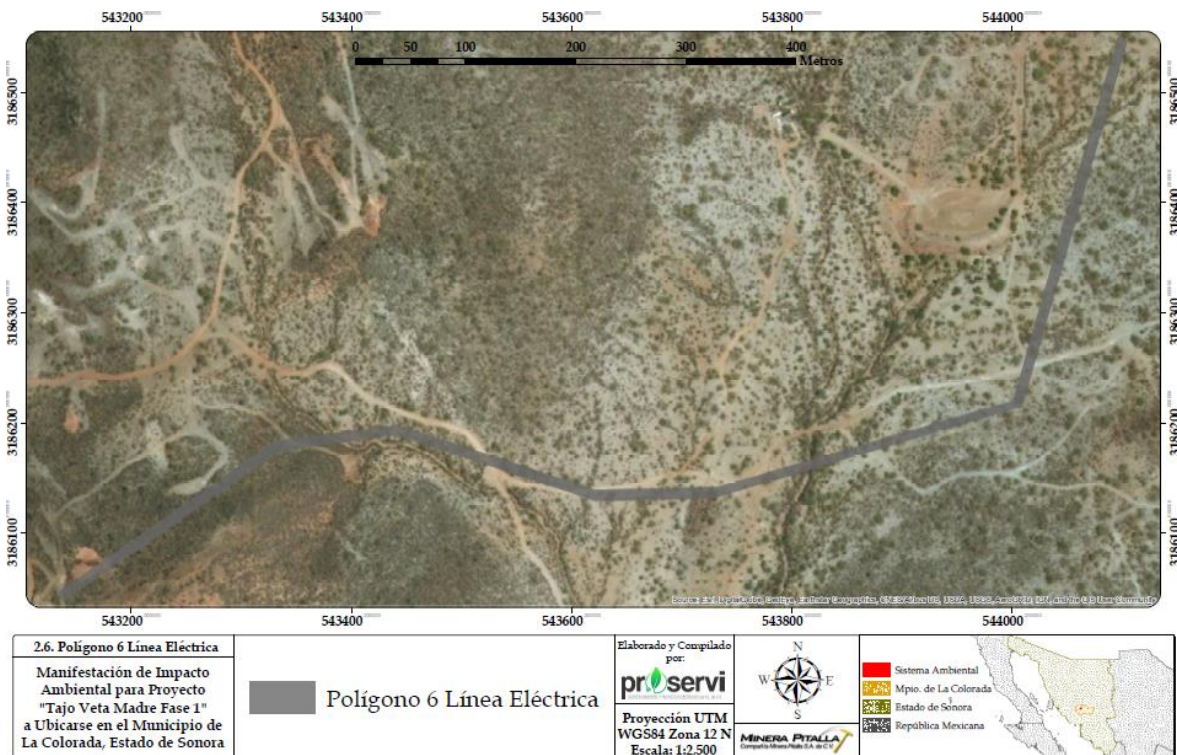


Figura II. 17. Polígono 6 Línea Eléctrica

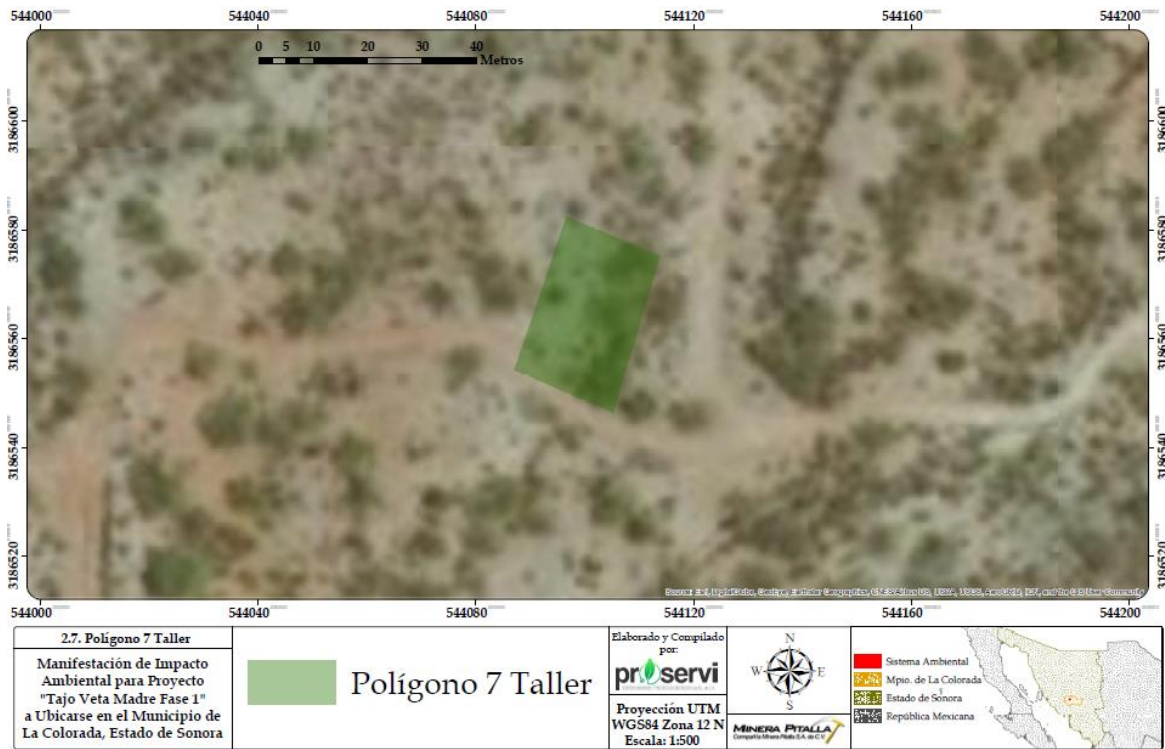


Figura II. 18. Polígono 7 Taller

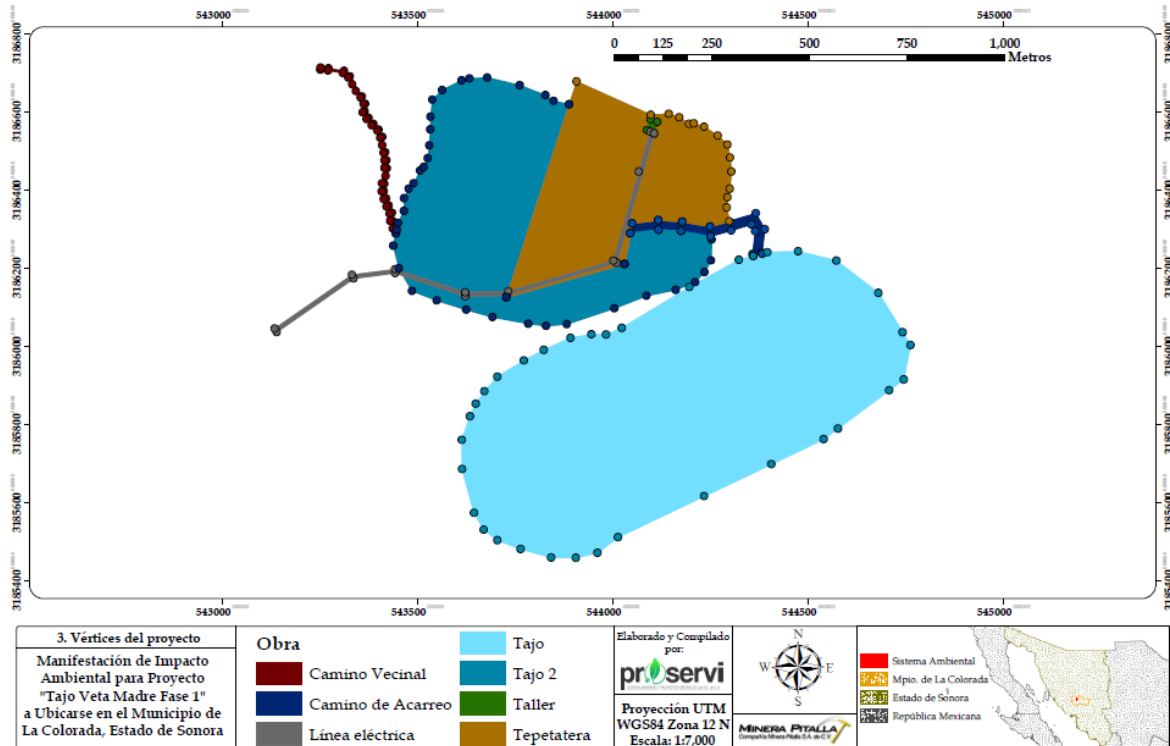


Figura II. 19. Vértices del proyecto

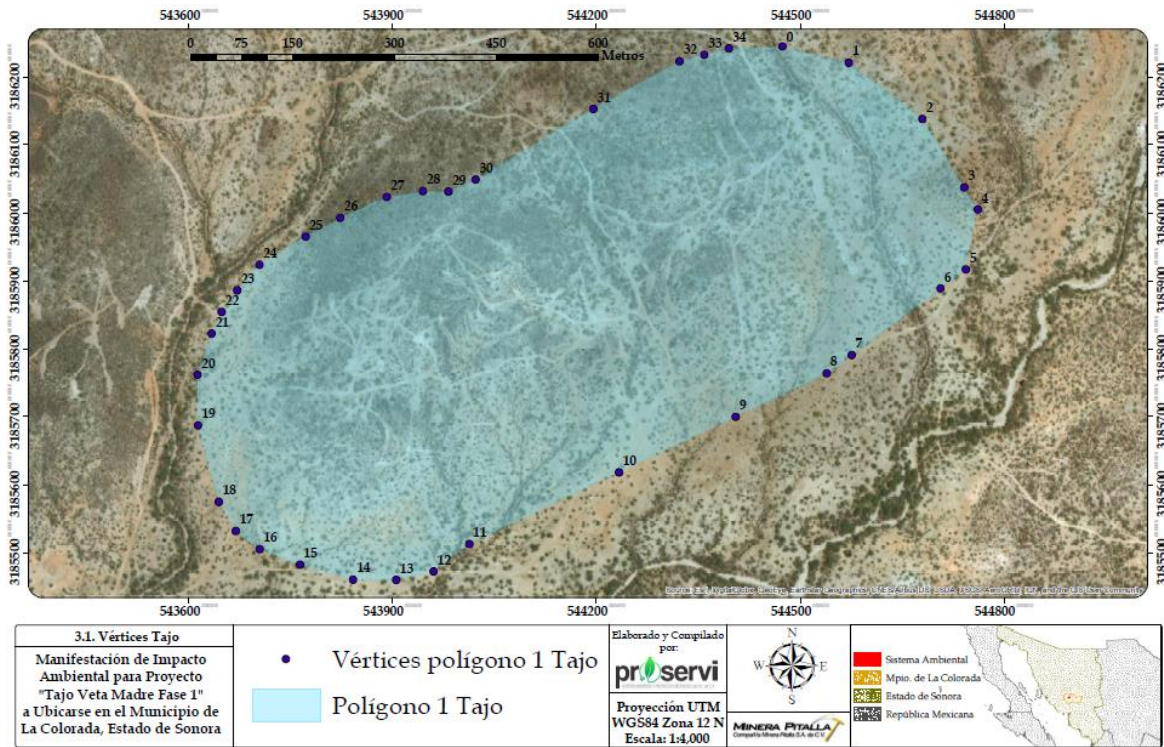


Figura II. 20. Vértices del polígono 1 Tajo

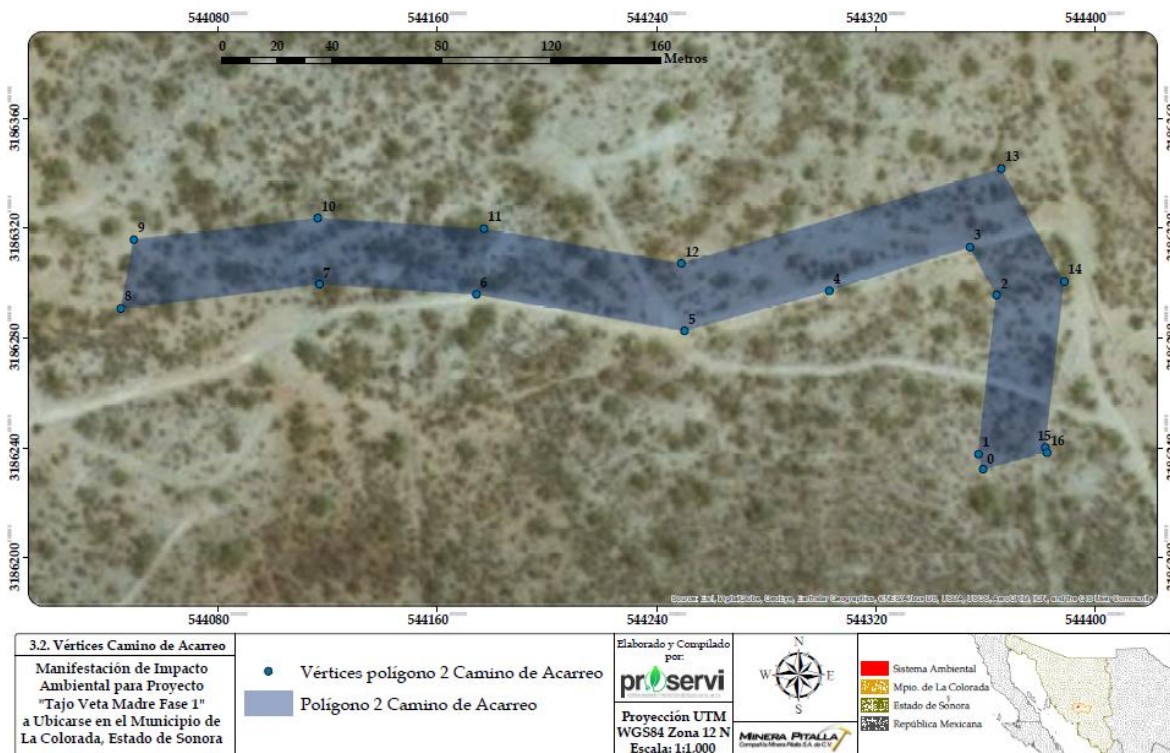


Figura II. 21. Vértices del polígono 2 Camino de Acarreo

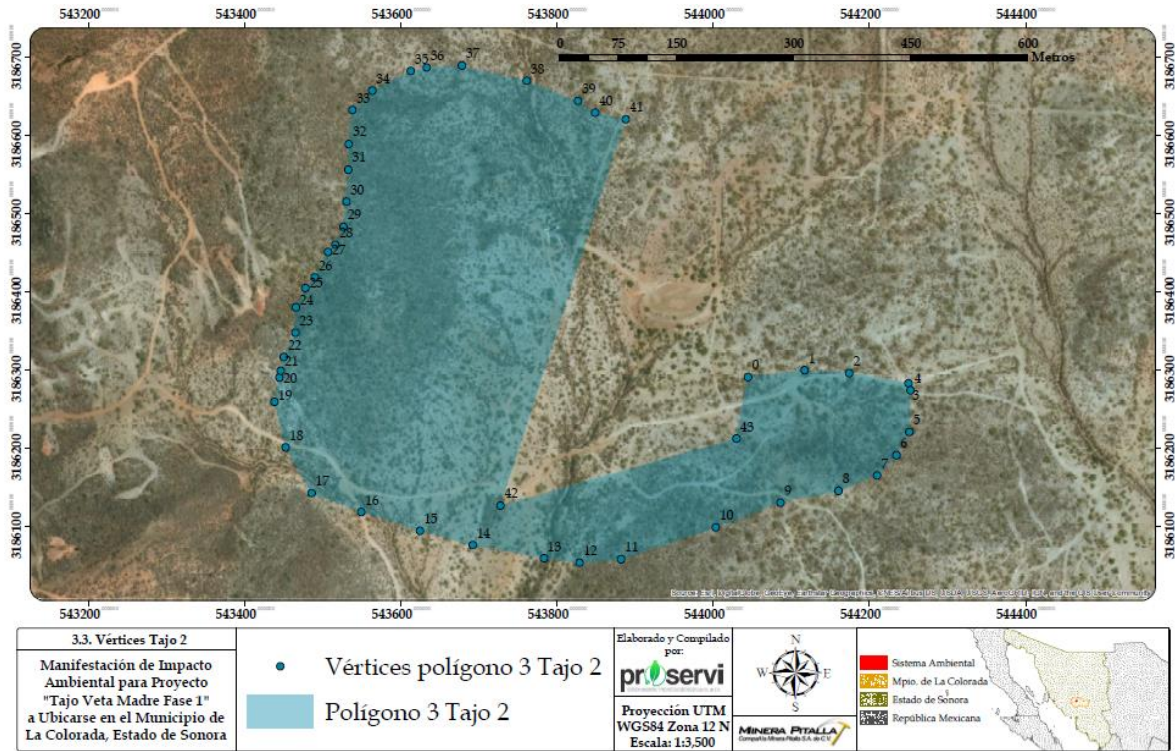


Figura II. 22. Vértices del polígono 3 Tajo 2

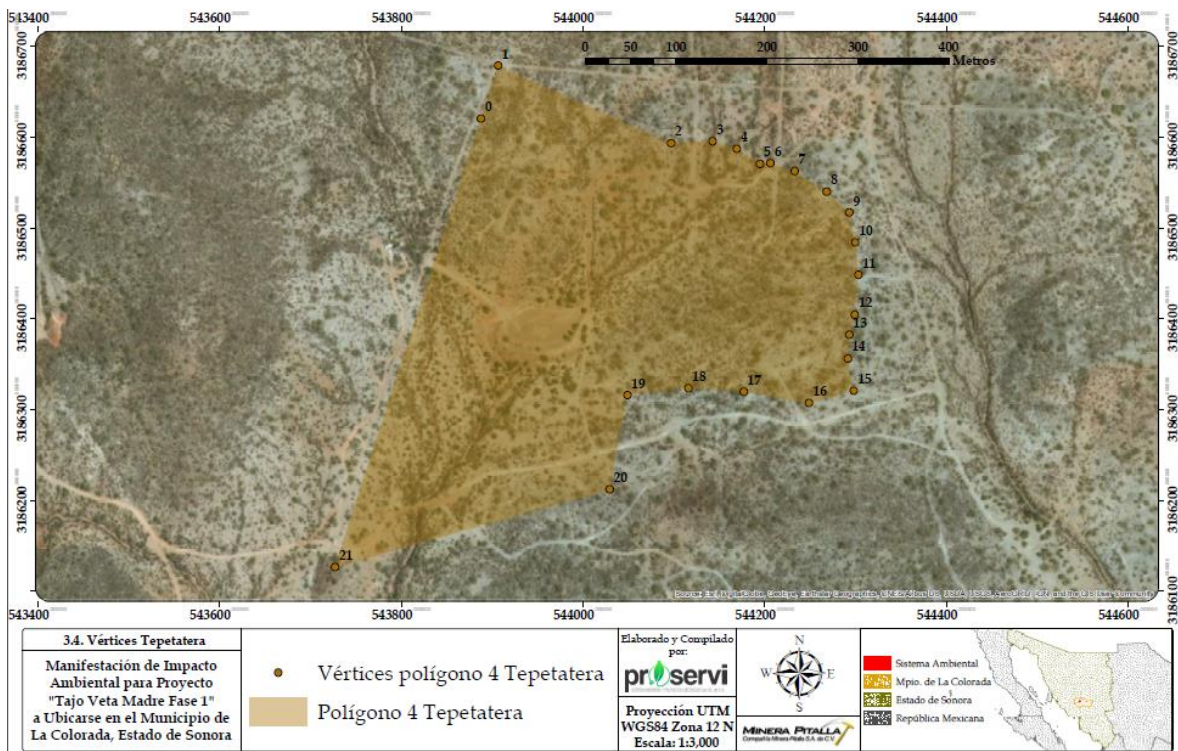


Figura II. 23. Vértices del polígono 4 Tepetatera

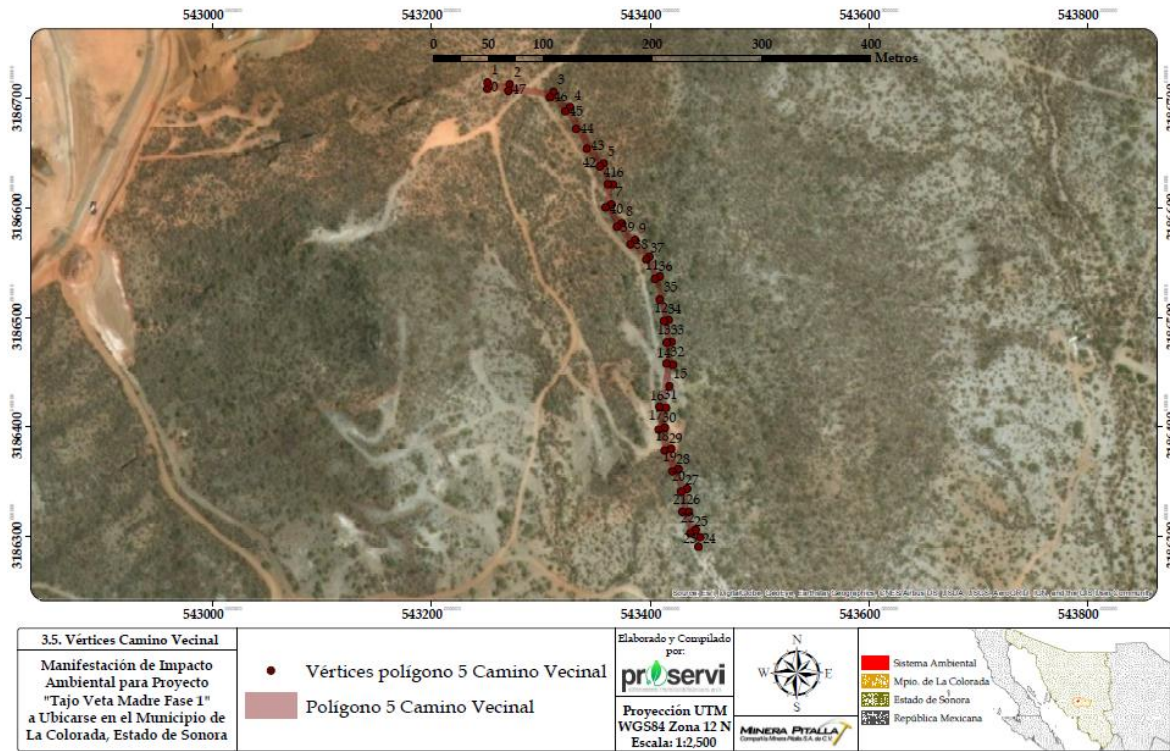


Figura II. 24. Vértices del polígono 5 Camino vecinal

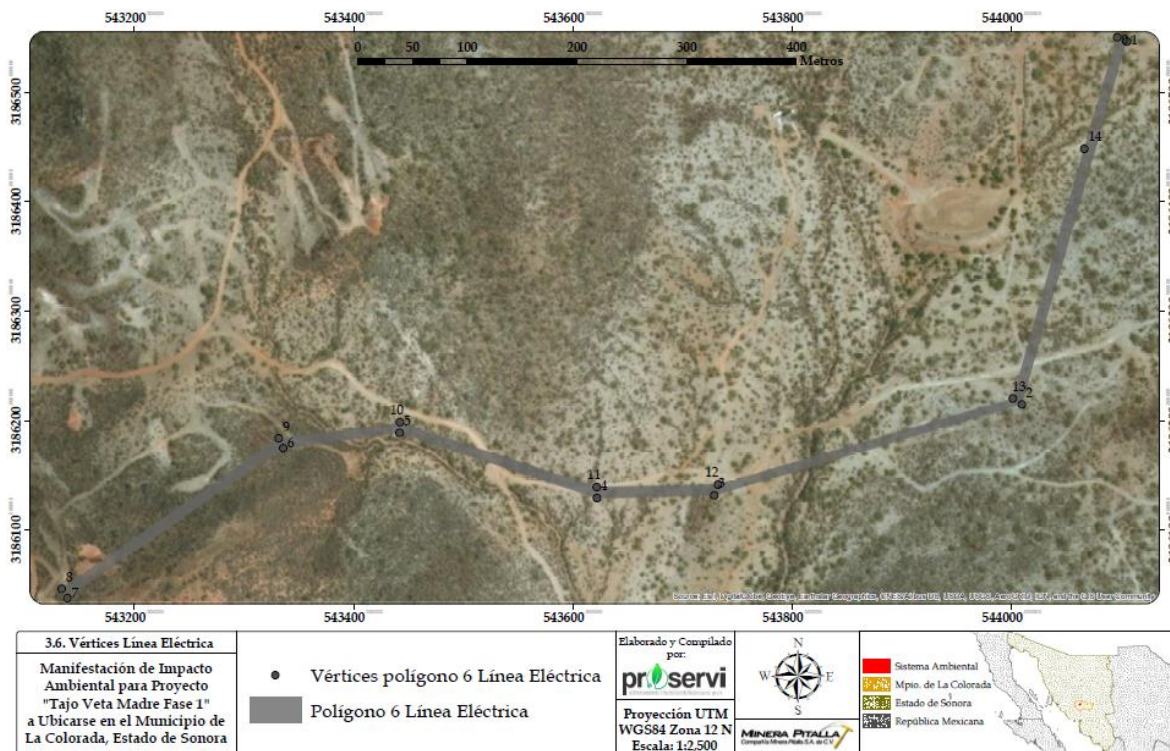


Figura II. 25. Vértices del polígono 6 Línea Eléctrica



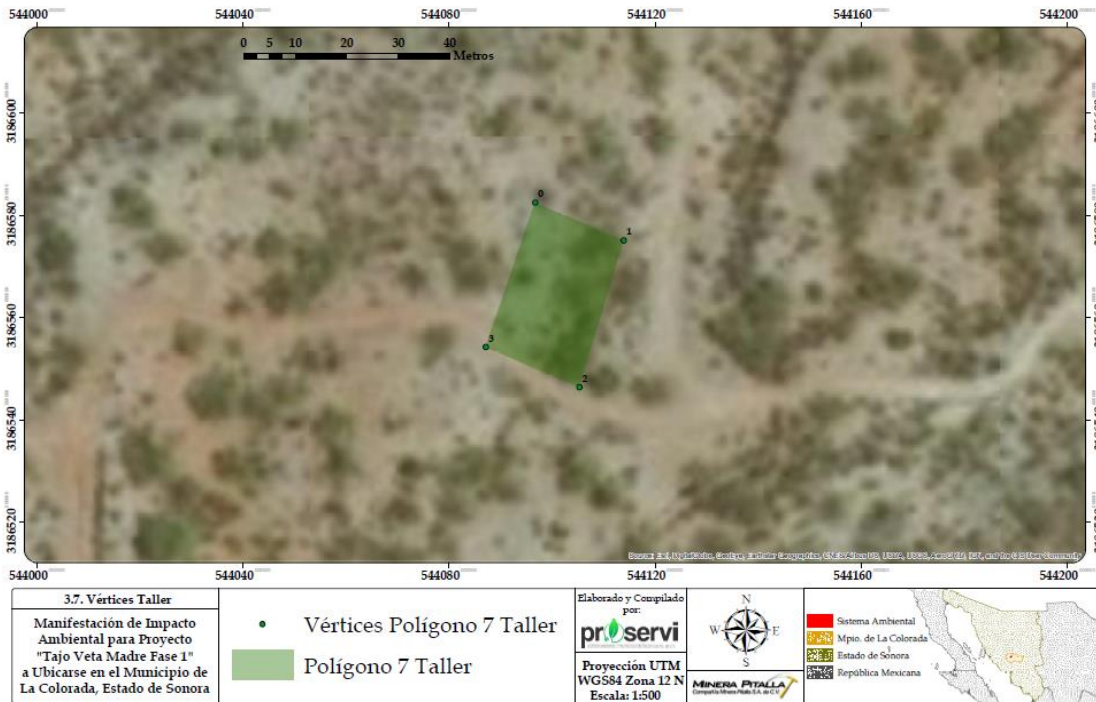


Figura II. 26. Vértices del polígono 6 Línea Eléctrica

A continuación, en la Figura II.4 se observa la ubicación del proyecto con respecto al ejido.

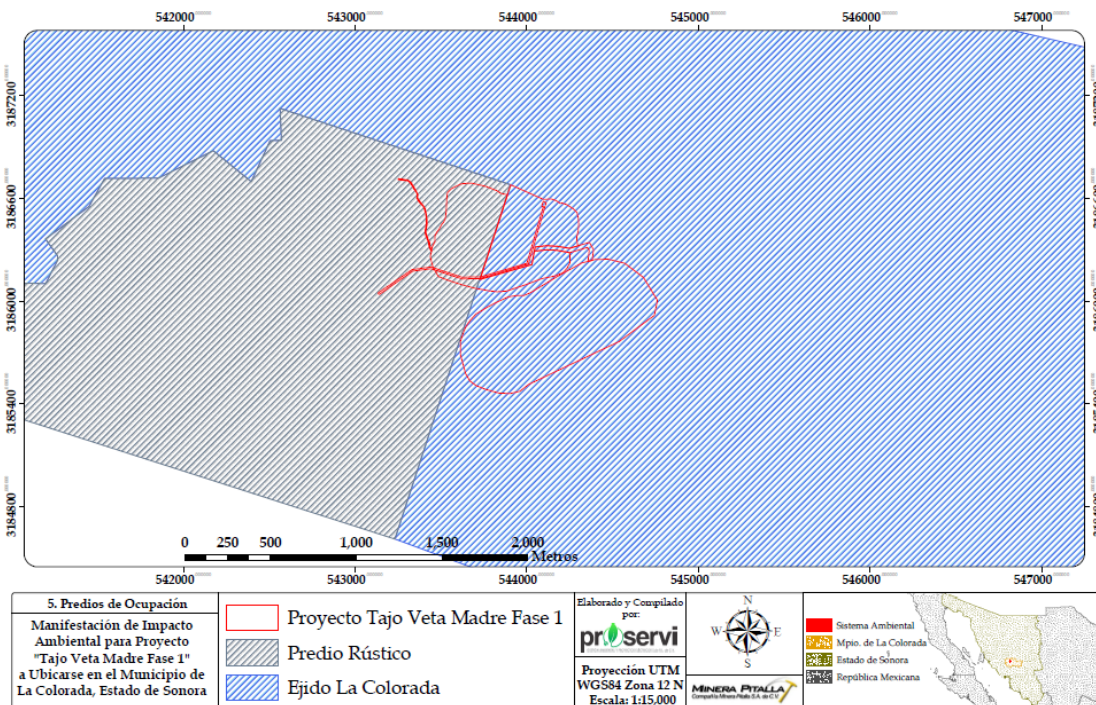


Figura II. 27. Predio de ocupación

## II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para este proyecto será de \$ **Confidencial** M.N. incluyendo estudios necesarios, medidas de prevención y mitigación, medidas de seguridad, construcción, empleos directos e indirectos.

Período de recuperación del capital: La inversión se prevé recuperarla en un periodo de 5 años.

Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación: De acuerdo a la serie de acciones propuestas para la prevención y mitigación, como parte del proyecto, se estima que el costo total de las mismas será de \$ **Confidencial**

## II.1.5 Dimensiones del proyecto

### *Superficie a afectar (en m<sup>2</sup>) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto*

El proyecto ocupará una superficie de 96.859073 hectáreas, las cuales requieren remoción de la vegetación en su totalidad.

**Tabla II. 10.** Superficies por comunidad vegetal y/o uso de suelo

Tipo de vegetación y/o uso de suelo	Superficie de afectación	
	m <sup>2</sup>	ha
Matorral subtropical	968,590.73	96.859073

A continuación, se presentan las superficies de los polígonos que componen el proyecto.

**Tabla II. 11.** Superficies por obra

Polígono	Obra	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (Ha)
1	Tajo	534928.45	53.492845
2	Camino de Acarreo	10070.33	1.007033
3	Tajo 2	242117.89	24.211789
4	Tepetatera	166209.6	16.62096
5	Camino Vecinal	2771.68	0.277168
6	Línea eléctrica	11921.11	1.192111
7	Taller	571.67	0.057167
		968590.73	96.859073

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

### *Uso de Suelo*

El área del proyecto actualmente tiene un uso forestal, en la zona se lleva a cabo la ganadería extensiva.

### *Uso de cuerpos de agua*

Dentro del polígono donde se establecerá el proyecto, no se registran cuerpos de agua y los cuerpos de agua aledaños son de uso ganadero para los animales de pastoreo de los ejidatarios.

A continuación, en la Tabla II.12 se presentan las colindancias del terreno con respecto a su ubicación.

**Tabla II. 12.** Colindancias

Dirección	Colindancia
Norte	Unidad Minera La Colorada y uso forestal
Este	Unidad Minera La Colorada y uso forestal
Sur	Terreno Forestal
Oeste	Terreno Forestal

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

Los servicios básicos los provee el complejo minero, mismo que cuenta con una sola vía de acceso a la carretera, agua potable, energía eléctrica, drenaje, líneas telefónicas, oficinas, consultorios médicos y estación de combustibles.

**Tabla II. 13.** Requerimientos de servicios del proyecto

Servicio	Requerimientos del proyecto
Agua	El agua que se usará para el desarrollo del proyecto solamente corresponderá a las necesidades del personal de desarrollar el mismo, por lo que la empresa minera proveerá la misma durante las etapas de preparación y construcción del sitio. Para la etapa de operación se estima un consumo de agua mínimo debido a que esta será principalmente utilizada para riego de caminos.

Combustibles	El combustible a utilizar por la maquinaria para realizar el desmonte, despalle y transporte del material considera un estimado de aproximadamente 60,000 litros para toda la etapa de desarrollo.
--------------	--

## II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto como se ha mencionado anteriormente requiere de la remoción de la vegetación, los volúmenes a remover se mencionan en las siguientes tablas.

**Tabla II. 14.** Volúmenes a remover del estrato arbóreo

Volúmenes totales a remover por CUSTF			Volumen a remover (M3.v.t.a.)			No. árboles a remover.		
Nombre científico	Vol. (m <sup>3</sup> VTA)	No. Arboles	10 a 30	35>	Total	10 a 30	35>	Total
<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	331.8427094	10737	331.8427094	0	331.8427094	10737	0	10737
<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	22.22833209	1273	22.22833209	0	22.22833209	1273	0	1273
<i>Olneya tesota</i> A. Gray	87.56358906	4815	87.56358906	0	87.56358906	4815	0	4815
<i>Jatropha cordata</i>	21.21850297	1273	21.21850297	0	21.21850297	1273	0	1273
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	2.071913846	221	2.071913846	0	2.071913846	221	0	221
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	2.876409075	221	2.876409075	0	2.876409075	221	0	221
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	1.577939657	166	1.577939657	0	1.577939657	166	0	166
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	3.41007595	221	3.41007595	0	3.41007595	221	0	221
Totales	472.7894721	18927	472.7894721	0	472.7894721	18927	0	18927

**Tabla II. 15.** Volúmenes a remover del estrato arbustivo

Volúmenes totales a remover por CUSTF		
Nombre científico	Vol. (m <sup>3</sup> )	Total individuos a remover
<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	3.648968449	4593
<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	214.5506707	20423
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	70.91485921	29555
<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	20.13255743	7804
<i>Celtis pallida</i> Torr.	0.614104226	774
<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	6.100191094	1328
<i>Ibervillea sonora</i> (S. Watson) Greene	0.017018603	664
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	0.94955328	608

<b>Volúmenes totales a remover por CUSTF</b>		
<b>Nombre científico</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Total individuos a remover</b>
<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	0.477694581	276
<i>Randia thurberi</i> S. Watson	81.01885271	3708
<i>Cottisia californica</i>	0.804243101	553
<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	1008.131928	24021
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	0.023082703	553
<i>Croton sonorae</i> Torr.	20.23597185	24740
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	0.532858328	553
<i>Mimosa dysocarpa</i>	6.753087302	17268
<i>Cassia occidentalis</i>	0.472494452	4759
<b>Totales</b>	<b>1435.378136</b>	<b>142,180</b>

**Tabla II. 16.** Individuos a remover, renuevos del estrato arbóreo, herbáceas y cactáceas

<b>Renuevos del estrato arbóreo</b>	
<b>Nombre científico</b>	<b>No. de individuos</b>
<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	5645
<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	3985
<i>Olneya tesota</i> A. Gray	3874
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1881
<i>Jatropha cordata</i>	7250
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	608
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	6032
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	442
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	332
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	1162
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	6254
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	55
<b>Totales</b>	<b>37520</b>
<b>Hierbas</b>	
<b>Nombre científico</b>	<b>No. de individuos</b>
<i>Sphaeralcea coulteri</i>	7804
<i>Desmodium neomexicanum</i>	6143
<i>Bouteloua repens</i>	32655
<i>Euragrostis internedia</i>	2379
<i>Sida abutilifolia</i>	2988
<i>Bouteloua diversispicula</i>	1217
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	3542



<i>Senna covesii</i> (A. Gray)	221
<i>Ludwigia octovalvis</i>	885
<i>Mandevilla foliosa</i>	885
<b>Totales</b>	<b>58719</b>
<b>Cactáceas</b>	
<b>Nombre científico</b>	<b>No. de individuos</b>
<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	1992
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	8855
<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	5700
<i>Opuntia pubescens</i>	11567
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	664
<i>Stenocereus alamosensis</i>	4095
<i>Opuntia engelmannii</i>	996
<b>Totales</b>	<b>33869</b>

## II.2.1 Programa general de trabajo

A continuación, se presenta el cronograma de actividades para el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto en la Tabla II.17. Se contempla un periodo de vida útil de 52 años, contemplando las fases de preparación del sitio tenga una duración de 5 años, la etapa de construcción 52 y la operación igualmente 52 años, comenzando esta desde el primer año, es decir que las etapas se yuxtaponen.

**Tabla II. 17.** Cronograma de Actividades

Obra y/o actividad	Años de 5 en 5										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	52
Localización y Trazo											
Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre											
Rescate de flora											
Desmote y Despalme											
Transporte de material y equipo											
Nivelación y compactación											
Construcción											

<b>Operación y mantenimiento</b>											
<b>Obras de conservación de suelo y agua</b>											
<b>Reubicación de flora y reforestación</b>											
<b>Seguimiento de trabajos de reubicación de flora</b>											
<b>Limpieza del sitio</b>											
<b>Reconformación</b>											
<b>Reforestación</b>											

## **II.2.2 Preparación del sitio**

### **Localización y trazo**

Estas actividades se realizan en su mayoría en gabinete, sólo la obtención de la información geográfica (ubicación de los vértices para el proyecto) se realiza en campo. Ya con la localización y trazado del proyecto se pasa a la siguiente actividad, que consiste principalmente en la colocación de banderolas o estacas de cada uno de los vértices de los trazos de los polígonos que conforman el proyecto.

### **Desmante**

El desmante consiste en el corte de la vegetación arbórea y arbustiva, retirando una capa de suelo fértil de 30 cm, misma que se almacenara para su posterior uso en las obras de cierre de la unidad minera. Se utilizará la técnica de derribo direccionado la cual es la más adecuada para evitar daños a la vegetación aledaña. Consiste específicamente en lo siguiente:

### **Derribo**

Consiste en realizar la tumba de los individuos de las áreas que ocupará el proyecto. Es importante mencionar que se realizará mediante medios mecánicos, es decir, con motosierra y usando la técnica de derribo direccional.

### **Desrame**

Consiste en cortar las ramas del arbolado que ha sido derribado. Esta actividad se realiza en el sitio donde caiga el árbol.

### **Troceo**

Una vez realizado el desrame, se procede a trocear los fustes en dimensiones pequeñas. El troceo se realiza en el sitio donde se desrama el árbol, evitando arrastrar fustes completos, con la finalidad de no dañar los escurrimientos superficiales, no provocar la erosión del suelo de áreas aledañas y no dañar vegetación de áreas aledañas.

### **Extracción (Arrastre y arrime)**

Una vez hecho el troceo, se procede a realizar la extracción de las materias primas forestales producto del desmante. Dicha actividad consiste en arrastrar y llevar dichas materias primas, hasta los vehículos que finalmente las transportan a su destino final.



### **Desmante de arbustos y hierbas**

Dentro del área y una vez que se removieron los individuos, se procede por medio de tractores bulldozer con cuchilla frontal para el derribo de arbustos y hierbas, dichos tractores están equipados con ganchos o ripes en su parte posterior para remover las raíces, otra alternativa es la utilización de cadenas pesadas para barrer la maleza y arbustos más pequeños.

Estas maniobras se realizan por el operador del tractor y dos ayudantes que se ocupan de cortar las ramas que pudieran alcanzar al tractorista, y que se adhieren a la coraza protectora del radiador o alrededor de los rodillos.

### **II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

Dentro de las actividades provisionales para el proyecto se contemplan las siguientes:

#### **Ahuyentamiento de fauna**

Se realizarán recorridos previos al desmante con la finalidad de ahuyentar la fauna que pueda encontrarse en el área de afectación y zonas aledañas, tratando de asegurar el desplazamiento de los individuos a áreas que no serán afectadas.

De igual manera se realizará el rescate de aquellas especies que no se hayan desplazado por medio del ahuyentamiento, haciendo énfasis en aquellas que se puedan encontrar en madrigueras y nidos, asimismo en las especies que se encuentran en protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies que sean rescatadas serán reubicadas en zonas aledañas que presenten características similares a las del lugar donde fueron encontradas.

#### **Rescate de flora**

Una vez delimitada el área que será afectada por la remoción de la vegetación, se efectuará un rescate de los renuevos y cactáceas presentes en el área, (individuos factibles de a rescatar). Los mismos serán reubicados en zonas aledañas a el área de afectación.

### **II.2.4 Etapa de construcción**

#### **Transporte de material y equipo**

Consiste principalmente en llevar todo el material y equipo que se utilizará para desarrollar la obra, al área del proyecto.



### **Nivelaciones y Compactaciones**

Se nivelará el terreno de manera que permita el establecimiento de cada una de las obras, esta acción consistirá también en la compactación del trazo total de los polígonos del campamento, talleres y polvorín esto con la finalidad de dar estabilidad al terreno y dar paso para la edificación.

### **Construcción**

Consiste en la construcción de las obras, de acuerdo a las características previamente descritas para cada una de ellas

### **Acomodo de polímero biodegradable**

Se establecerá un acomodo de material vegetal y/o polímero biodegradable, esta medida reducirá la erosión además de interceptar escurrimientos superficiales y propiciar la infiltración. La ubicación del acomodo de material vegetal se incluye en el capítulo VI del presente documento.

Los beneficios del acomodo de material vegetal:

- Controlar la erosión laminar.
- Interceptar los escurrimientos superficiales.
- Fertilización paulatina del suelo

Beneficios:

- Retienen suelo.
- Favorecen una mayor retención de humedad.
- Favorecen el desarrollo de especies forestales y vegetación natural.
- Disminuyen la longitud de la pendiente y por tanto la erosión del suelo.

Proceso de construcción:

a) Se realizará el trazo y marcado de las curvas de nivel, con el apoyo de un clinómetro o cualquier otro equipo de medición forestal adecuado para tal fin.



b) Se picará en dimensiones adecuadas el material vegetal muerto, producto del desmonte realizado en el área del proyecto; posteriormente se procederá a agruparlo para el acomodo.

c) Los acomodos serán empotrados con estacas de madera y alambre.

El acomodo de polímero será un total de 4,972.02 metros lineales.

### **Presas Filtrantes**

Se establecerán 132 presas filtrantes aguas abajo del área de afectación, es importante mencionar que estos escurrimientos son de orden menor. Las presas filtrantes serán construidas de troncos principalmente, sin embargo, podrán utilizarse llantas o piedras.

Es una estructura construida con residuos de material vegetal muerto, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas.

La principal función de las presas de morillos, es estabilizar lechos de cauces y cárcavas, reduciendo la velocidad de los escurrimientos superficiales, propiciando la infiltración, propiciando la retención de suelo y evitando azolves aguas abajo.

Beneficios.

- Retiene suelo.
- Estabiliza lechos de cárcavas.
- Permite el flujo normal de escurrimientos superficiales.
- Incrementa la calidad del agua

### **Elementos del diseño**

Para construir las presas de morillos, se deben identificar previamente las áreas donde se establecerán y verificar la disponibilidad de materiales, en este caso material vegetal.

La obra se recomienda para cárcavas con pendientes moderadas donde la superficie del área de escurrimiento genere flujos de bajo volumen, ya que son estructuras pequeñas. Las alturas son de 0.50 metros.

Teniendo en cuenta lo anterior, se seguirán los siguientes pasos de construcción de manera general:

- a) Se ubicará en terreno cada una de las presas a construir.
- b) Una vez ubicadas, se procederá a recolectar el material que se usará, es decir, troncos, piedras, llantas, etc.

### ***Cimentación y empotramiento***

Consiste en realizar la excavación en el fondo y partes laterales de la cárcava, con la finalidad de empotrar los cimientos de la presa.

Se recomienda que la profundidad de las zanjas sea de un cuarto de la presa y el ancho ligeramente mayor que el grosor de la misma.

A este respecto, al realizarse la cimentación y empotramiento de las presas, se tendrá sumo cuidado de cumplir con las especificaciones emitidas en el Manual de Conservación de Suelos, editado por CONAFOR.

### ***Formación de la estructura***

Consiste en el acomodo de troncos para formar una trinchera o barrera para controlar la erosión de las cárcavas, así como filtrar el agua de escurrimientos y retener azolves.

**Primer paso.** La construcción se inicia colocando una hilera de postes o morillos (con un corte en forma de punta en uno de sus extremos para que puedan anclarse fácilmente al suelo), separados cada 0.80 metros en sentido transversal a la cárcava y anclados al suelo a una profundidad aproximada de un metro. Estos postes deberán medir, preferentemente, 2.5 metros de largo y 10 centímetros o más de diámetro.

**Segundo paso.** Una vez colocada la hilera de morillos, se procede a construir una zanja en la base y paredes laterales de la cárcava para empotrar la estructura.

**Tercer paso.** Luego se colocan morillos a lo largo de la zanja excavada, sujetando uno sobre otro con la ayuda de alambre, clavos u otro material resistente para fijar la presa.

**Cuarto paso.** El empotramiento o anclado de morillos en las partes laterales de la cárcava deberá quedar asegurado, de tal manera que se evite que los escurrimientos socaven las partes laterales de la presa y afecten su funcionamiento. Es conveniente que la altura efectiva de las presas de morillos no sea mayor a 1.5 metros.

**Quinto paso.** Es recomendable compactar el suelo circundante a la presa de morillos y colocar el material obtenido de la zanja aguas arriba, para proporcionar mayor estabilidad a la estructura.

**Sexto paso.** Es importante también realizar un corte en la parte central del muro para formar un vertedor que controle el flujo del agua. Las dimensiones recomendables para formar el vertedor son de un tercio de la longitud transversal de la presa y una altura de 0.25 veces la altura total de la presa. Por ejemplo, si la presa tiene una longitud de 2 metros y 1.20 metros de altura, el vertedor deberá tener aproximadamente 70 centímetros de ancho por 30 centímetros de alto.

**Séptimo paso.** Con el fin de proteger el fondo de la cárcava de la erosión hídrica provocada por la caída de agua que pasa por el vertedor y para mantener la estabilidad de la presa, se recomienda construir, aguas abajo de la presa, un delantal con piedra acomodada o morillos empotrados a 10 o 15 centímetros de profundidad. La construcción del delantal no requiere el uso de materiales específicos y medidas estrictas; sin embargo, se deben preferir aquellos que no sean fáciles de arrastrar por las corrientes de agua. Si se cuenta con trozos de morillos, es conveniente que éstos queden lo suficientemente sujetos para evitar que se deslicen a lo largo de la cárcava.

### ***Espaciamiento***

El espaciamiento entre presas se calcula de acuerdo con la altura efectiva de la presa y la pendiente de la cárcava. Por lo general, se recomienda construir una presa con separación pie-cabeza.

La distribución espacial calculada no se debe aplicar estrictamente con las medidas estimadas, ya que en campo se deben localizar los sitios más apropiados para su construcción y en algunos casos se debe recorrer la presa a un lugar más angosto, recto o en donde capte la mayor cantidad de azolves.



En el caso particular de las presas que se construirán como parte de las medidas de mitigación para el presente proyecto, el distanciamiento entre presas varía, esto debido a que las mismas se colocaron en lugares adecuados.

### **Vertedero**

Se denomina así al espacio construido en la parte superior de la trinchera, este espacio es necesario pues permite el paso del agua a través del mismo y evita que la fuerza del agua, al no tener salida, destruya la presa. Se construirán vertederos en cada una de las presas que se implementarán, cortando con motosierra en el tronco apilado en la cima.

### **Colchón hidráulico**

Se refiere a una cama de troncos construida aguas debajo de la presa filtrante. Esta cama ayuda a amortiguar la caída del agua que fluye a través del vertedero y logra evitar que la velocidad sea elevada, a la vez que evita el arrastre de suelo. Las presas a construir se harán en apego a las metodologías existentes y validadas por las dependencias competente; logrando su propósito.

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

Se considera la reposición de señalamiento preventivo, restrictivo e informativo del área de trabajo y operación.

## **II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento**

### **Operación**

#### **Minado a cielo abierto**

Se aplica para remover la capa superior estéril del depósito mineral y remover ganga dentro de los límites del tajo. La naturaleza del capote o estéril, determinan el ciclo de operación: si es material no consolidado (suelo o roca quebrada) el rompimiento no es requerido; si es consolidado (roca in situ), se requiere rompimiento.

Entonces el equipo de manejo de materiales es seleccionado para satisfacer las condiciones de operación, asumiendo que el tepetate debe ser transportado a cierta distancia para su vaciado y no puede tirarse en el tajo o en un banco adyacente de roca estéril. El ciclo de operaciones de descapote y el equipo comúnmente utilizado consiste en lo siguiente:

- *Barrenación:* perforadora (roca débil), sistema rotativo (roca promedio), sistema percusivo (roca muy dura).



- *Voladura*: anfo o emulsión (alternativa: rasgado-ripeado, si es suelo o roca débil), cargado con máquina (cierto volumen) y a mano (bolsas); encendido eléctrico o cordón detonante.
- *Excavación*: pala mecánica, cargador frontal, dozer, escrepa (suelo), draga, cucharón (suelo).
- *Acarreo*: camión, banda transportadora, dozer, escrepa (suelo).

El minado a cielo abierto por su naturaleza implica el acarreo hacia fuera del tajo de cantidades moderadas a grandes de ganga y mineral con distancias relativamente largas e inclinaciones muy empinadas.

### **Mantenimiento y Monitoreo**

El mantenimiento durante la operación del proyecto consistirá en la rehabilitación de los posibles derrumbes que se puedan presentar tanto en la tepetatera y tajo, además de la vigilancia y recolección de los residuos generados tanto peligrosos como sólidos.

### **Limpieza de la superficie y drenaje superficial**

La acumulación de basura, tierra, ramas y en general cuerpos extraños que sean colocados sobre el área de trabajo se deberá limpiar periódicamente para no obstruir el paso de vehículos. Para drenar apropiadamente es necesario no interrumpir el flujo de agua en las corrientes aledañas, evitando así la contaminación del agua por sólidos suspendidos.

### **II. 2.6. Personal**

El proyecto al ser una extensión a las actividades existentes serían 4 nuevos empleos directos durante la operación, pero en cuanto a la construcción serían alrededor de 70 empleos durante aproximadamente 6 meses.

### **II.2.7. Etapa de abandono del sitio**

El Proyecto lejos de estar en una etapa de cierre, se encuentra con perspectivas de crecimiento a una escala mayor, por lo que en este momento no se cuenta con planes de cierre o abandono. En caso de que, por aspectos externos a los ahora visualizados, se realizará el cierre o abandono del Proyecto y sus obras, se elaborará y presentará un Programa de cierre y abandono que incluya todas las obras mineras del presente proyecto, mismo que sería presentado en tiempo y forma a la autoridad en la materia.

Sin embargo, se realizarán las siguientes actividades al terminar la etapa de construcción;



Los contenedores de residuos sólidos o residuos o sustancias peligrosas, deberán ser transportados hasta los sitios de disposición final, tanto por la misma minera, así como por la empresa encargada de dar disposición final a los residuos peligrosos.

Es importante que el encargado de la obra en campo, se responsabilice del manejo adecuado de los residuos; deberá hacerse cargo de su recolección constante y eficiente, después de su almacenamiento adecuado, que garantice que los residuos se mantengan en los contenedores destinados para dicho fin.

La maquinaria y equipo usados durante el desarrollo de la obra, serán retirados por las empresas encargadas de la construcción de las obras.

Sin embargo, de manera general se tendrá que realizar lo siguiente para el abandono del sitio:

- **Programas de rehabilitación o restauración de los sitios**

Medidas de mitigación que continuarán ejecutándose después de concluida la vida útil del proyecto.

### **Obras de conservación de agua y suelo**

- Descompactación del suelo del área del proyecto, por medio de rastras jaladas por tractores, para favorecer la infiltración natural y la aireación del suelo
- Implementación de obras de conservación como bordos a nivel en una superficie igual a la desmontada para favorecer a la restauración natural de la vegetación nativa.
- Trasplante de flora nativa cultivada en viveros o rescatada de otros lugares para favorecer su propagación en el área a restaurar. Para esta acción se utilizará el suelo fértil rescatado y almacenado en la etapa de despalme.
- Suavizar las pendientes de los taludes por medio de rellenos y cortes para reforzar su estabilidad además de fomentar su forestación para insertarlas en el paisaje natural.

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

Se utilizarán los siguientes materiales explosivos: agente explosivo, alto explosivo baja densidad, noneles, cañuelas, cordón detonante, fulminantes, conectores y alambre





iniciador. El transporte se realizará en vehículos que cumplan con las reglamentaciones que les aplica.

Se espera que las actividades de profundización no generen vibraciones dañinas a las poblaciones, esto se asegura por dos razones principales.

- La empresa cuenta con procedimientos, personal y equipo calificado para realizar un trabajo de manera segura y probada;
- Las instalaciones más cercanas a la obra minera son las propias del Proyecto, por lo que se tienen que resguardar de toda vibración dañina; no existen zonas habitacionales que se encuentran cercanas a la obra de desarrollo.

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

**Residuos sólidos.** El primer tipo de residuo de este tipo que se generará será el suelo y residuos vegetales como producto del desmonte y el despalme. La porción aprovechable de los árboles desmontados (Trocería) será utilizada para construcción de presas filtrantes, el material sobrante será picado y revuelto con el suelo orgánico no aprovechable producto del despalme.

#### **Residuos peligrosos.**

Los residuos peligrosos generados por el Proyecto durante la etapa de construcción corresponderán a restos de aceites usados y grasas lubricantes, trapos y estopas producto del mantenimiento de equipos y maquinarias. Dichos residuos, serán dispuestos en contenedores cerrados (debidamente rotulados), para su posterior retiro y disposición final por parte de una empresa autorizada integrándose al manejo de residuos peligrosos activo de la empresa minera.

Durante la etapa de operación se generarán igualmente restos de estopas impregnadas de grasas, aceites y lubricantes; estos serán colectados en contenedores adecuados y debidamente rotulados.

La disposición de los residuos peligrosos de esta etapa deberá ser apoyada por empresas especializadas en el manejo de residuos peligrosos.

## **Emisiones a la Atmósfera**

Para el control de emisiones se necesitarán afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos al inicio de la obra. La maquinaria desprenderá las siguientes partículas:

- PTS
- Bióxido de Azufre (SOX)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NOX)
- Hidrocarburos

Durante la etapa de operación, las fuentes móviles que emplean diesel serán las que circulen con mayor afluencia, mientras que los automotores que empleen gasolina como combustible circularan poco, debido a que la zona como se ha mencionado anteriormente si bien cuenta con caminos vecinales, estos se encuentran en desuso. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular
- Tipo de combustible (gasolina o diésel)
- Calidad de combustible (gasolina o diésel)
- Cilindrada y estado de detalle de los motores
- Aceite quemado por el efecto de desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, puesto que son características que oscilan entre un vehículo y otro. No obstante, si se consideran límites máximos permisibles de emisiones contaminantes, los cuales son los presentados en la NOM-041-SEMARNAT- 2006, que establece los límites máximos permisible de emisión de gases contaminantes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT- 2006, que establece la Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo del equipo de medición y la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT- 1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos en circulación y su método de medición.



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

Como se ha mencionado anteriormente se colocarán contenedores para residuos sólidos para la recolección de los residuos que puedan generar los trabajadores, de igual manera se colocarán contenedores herméticos y debidamente rotulados para la contención de los residuos peligrosos que se puedan generar.

Los residuos que se pudieran generar a partir del material que será utilizado en la obra, serán removidos por los empleados de la misma y almacenados para darles destino final en el basurero municipal más cercano.

Asimismo, se contratarán los servicios de una empresa que de destino final a los residuos sólidos peligrosos.

### Capítulo III

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACION SOBRE EL USO DE SUELO .....	3
III. INTRODUCCIÓN .....	3
III.1 Información sectorial.....	3
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024.....	3
III.1.2 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET). ....	4
III.2 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA REGIÓN. ....	9
III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 .....	9
III.2.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora .....	13
III.2.3. REGIONES PRIORITARIAS.....	16
III.3 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....	17
III.3.1 LEYES .....	17
III.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	17
III.3.1.2 Ley Minera.....	18
III.3.1.3 Ley de Aguas Nacionales .....	19
III.3.1.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente. ....	19
III.3.1.5 Ley Federal de Derechos.....	21
III.3.1.6 Ley General de Vida Silvestre.....	21
III.3.1.7.- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento .....	21
III.3.2 REGLAMENTOS .....	22
III.3.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente .....	22
En materia de impacto ambiental.....	22
III.4 VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES.....	23
III.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (ANP, RTP, RHP, AICA’S) .....	28
III.5.1 Áreas Naturales Protegidas .....	28
III.5.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves .....	29
III.5.3 Regiones Terrestres Prioritarias .....	30
III.5.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	31



## Índice de Figuras

Figura III. 1. Ordenamiento Ecológico Territorial .....	5
Figura III. 2. Áreas Naturales Protegidas.....	29
Figura III. 3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves .....	30
Figura III. 4. Regiones Terrestres Prioritarias.....	31
Figura III. 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias .....	32

## Índice de Tablas

Tabla III 1. Vinculación de estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio con el proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1" .....	7
Tabla III 2. Ordenamiento del Estado de Sonora.....	13
Tabla III 3. Vinculación con las normas oficiales mexicanas aplicables .....	23



### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA Y EN CASO, CON LA REGULACION SOBRE EL USO DE SUELO**

#### **III. Introducción**

La zona en que se ubica el proyecto denominado "Tajo Veta Madre Fase 1", no se encuentra en terrenos que hayan sido declarados como Parque Nacional, ni como zona especial de protección extraordinaria o zona susceptible de riesgo ecológico, sin embargo, el proyecto contempla un tratamiento atenuador y compensatorio, así como las prevenciones requeridas para aminorar algún posible impacto ambiental no deseable.

El sitio del proyecto se enlaza con los lineamientos en materia de protección al medio ambiente que establece la federación es por ello que aplica el estudio de impacto ambiental modalidad particular a ser evaluado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

#### **III.1 Información sectorial**

Para elaborar este capítulo, se analizaron diferentes fuentes de información de orden federal y estatal, correspondiendo a las políticas sectoriales guardar congruencia con las generales, para evitar favorecer artificialmente algunas actividades a costa de otras. Así las regulaciones en materia de planeación y desarrollo de políticas sectoriales pertinentes, son una de las grandes líneas de estrategia para promover el crecimiento económico de una región determinada.

##### **III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024**

El plan nacional de desarrollo 2018-2024 se rige por 12 principios y se compone de ejes transversales y ejes generales. Dentro de los ejes transversales, el tercero, denominado "Territorio y Desarrollo Sostenible", nos habla de la importancia de que las políticas públicas se deberán crear buscando un desarrollo sostenible, es por ello que resulta necesario promover que las mismas contemplen un enfoque que articule el quehacer con el desarrollo basado en la sostenibilidad económica, social y ambiental sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Es fundamental considerar tanto la viabilidad financiera, fiscal y económica como el mantenimiento de la cohesión social y la conservación y protección de la biodiversidad y los ecosistemas mediante la planeación y el ordenamiento territorial.

Asimismo, uno de los ejes generales es el bienestar, que tiene como objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis



en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios. Este objetivo lo conseguirá a través del cumplimiento de 11 objetivos, de los cuales resalta:

Objetivo 2.5 Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.

Para dar cumplimiento a este, una de las estrategias es la 2.5.8: Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

La cual se vincula directamente con el presente proyecto, debido a que para llevarlo a cabo se solicitarán los permisos necesarios bajo la legislación ambiental vigente, garantizando así la regulación y vigilancia del proyecto para prevenir los impactos ambientales nocivos, tal como se señala en la estrategia 2.5.8.

Por otra parte, el tercer eje general es "Desarrollo económico" y tiene como objetivo: Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio y considera dentro de sus objetivos específicos el 3.3 Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad, para lo cual se llevará a cabo la estrategia 3.3.8, la cual consiste en potenciar las capacidades locales de producción y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y minerales, a través de la innovación, y fomentar la inversión en proyectos agropecuarios y mineros, en un marco de certidumbre y respeto a las comunidades y al medio ambiente.

La vinculación del plan nacional con el desarrollo del presente proyecto es evidente, esto debido a que con la implementación del presente proyecto se generarán empleos directos e indirectos, aplicando la normatividad ambiental vigente, que permita mantener el equilibrio ecológico y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

### **III.1.2 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET).**

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto se encuentra ubicado en las Unidad Ambiental Biofísica "Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales" la cual cuenta con una superficie de 30,374.48 km<sup>2</sup>. La unidad ambiental 104 está calificada como inestable, muy baja superficie correspondiente a ANP's, sin degradación de



la vegetación y con degradación media por desertificación, no cuenta con disponibilidad de agua superficial ni subterránea, el uso de suelo es otro tipo de vegetación, con alta importancia de las actividades mineras y la agricultura es altamente tecnificada. La política ambiental de la unidad ambiental biofísica 104 es de aprovechamiento sustentable y restauración con prioridad baja, su rector de desarrollo es la preservación de flora y fauna, los coadyuvantes del desarrollo son la minería y ganadería, como asociado del desarrollo el área forestal y como otros intereses la agricultura.

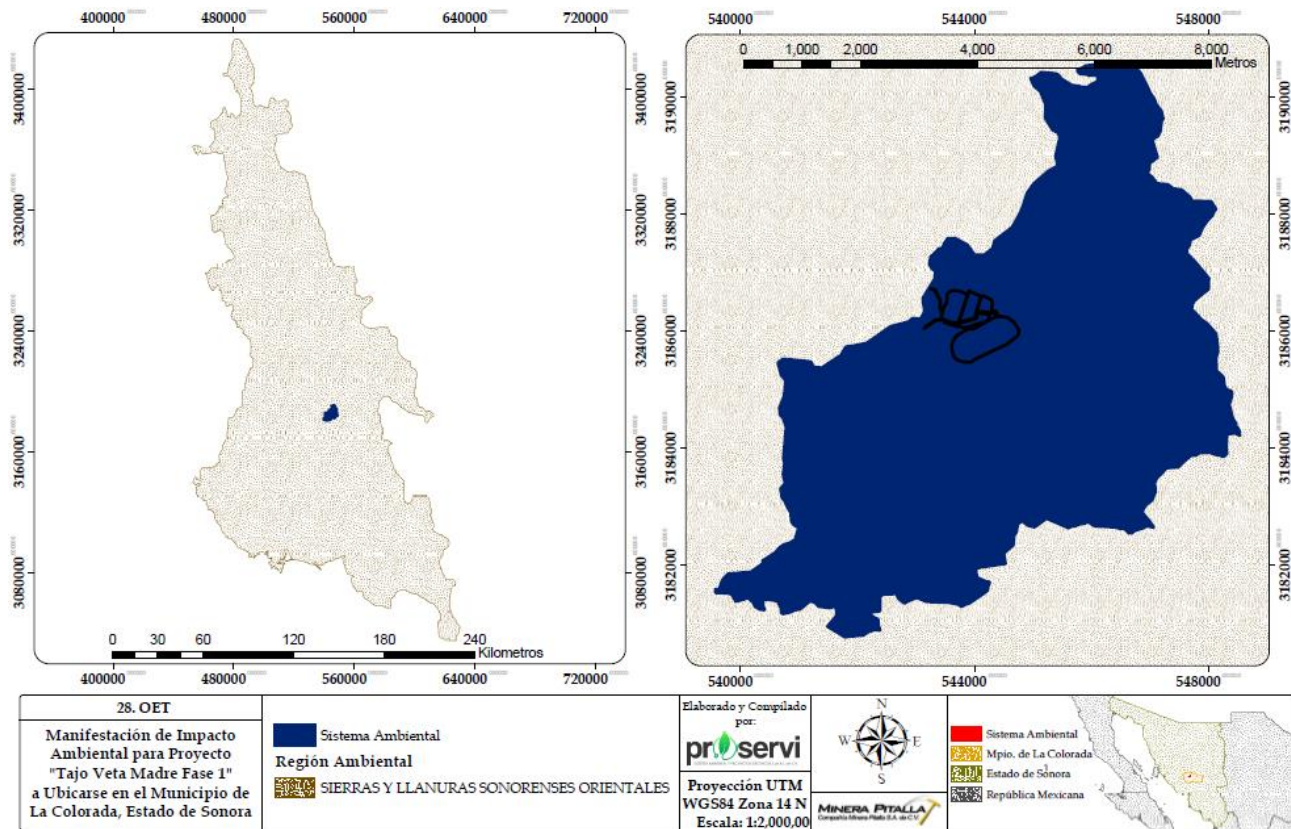


Figura III. 1. Ordenamiento Ecológico Territorial

Para atender cada una de las vertientes se ha diseñado una serie de estrategias, estas son las siguientes:

**Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio**

A) Preservación

1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad
2. Recuperación de especies en riesgo





### 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad

#### B) Aprovechamiento sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales
8. Valoración de los servicios ambientales

#### C) Protección de los recursos naturales

12. Protección de los ecosistemas
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes

#### D) Restauración

14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas

#### E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios

15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables
- 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

### **Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana**

#### E) Desarrollo social

33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza



37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas

### Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

#### A) Marco Jurídico

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural

#### B) Planeación del Ordenamiento Territorial

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos

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

El proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1" aplicará los siguientes criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio:

**Tabla III 1.** Vinculación de estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio con el proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1".

Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Vinculación con proyecto Tajo Veta Madre Fase 1
<b>Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
1.Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad	La empresa minera que promueve el proyecto ha reforestado varias zonas aledañas con especies nativas, asimismo actualmente reproduce dichas especies en los viveros de la empresa. La zona de ocupación del proyecto será restaurada al finalizar la vida útil del proyecto, por lo que las especies presentes en la zona se conservarán.
2.Recuperación de especies en riesgo	Previo a los desmontes realizados se realiza el rescate de especies de flora, tanto de aquellas que se encuentran listadas en la

<b>Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio</b>	<b>Vinculación con proyecto Tajo Veta Madre Fase 1</b>
<b>Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
	NOM-159-SEMARNAT-2010 así como aquellas especies de lento crecimiento.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Con el levantamiento de datos de campo que se realiza para cada uno de los proyectos realizados, la empresa cuenta con una base de datos que permite el análisis y monitoreo de los ecosistemas.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Se realizaron estudios previos de diversidad y abundancia, con los cuales se demuestra que la remoción de la vegetación no afectará la diversidad del ecosistema. Se gestionan actualmente los permisos necesarios en materia de impacto ambiental para desarrollar el proyecto y hacer un uso sustentable de los recursos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales	Se realizaron distintos análisis para valorar los servicios ambientales que proporciona el ecosistema, de los resultados de dichos estudios se obtuvo que los servicios ambientales no se vieron afectados significativamente y la resiliencia del ecosistema permitirá la continuidad de los mismos, para los factores agua y suelo se diseñaron obras de conservación de suelo y agua que asegurarán su no afectación y compensar la afectación efectuada.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	Se seleccionaron áreas en deterioro para el establecimiento de obras de conservación de suelo y agua, que permitirán la restauración del ecosistema.
15. BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades	Compañía Minera La Pitalla, mantiene una política de sustentabilidad ambiental en el



<b>Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio</b>	<b>Vinculación con proyecto Tajo Veta Madre Fase 1</b>
<b>Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
mineras, a fin de promover una minería sustentable	desarrollo de cada uno de sus proyectos, apegándose siempre a la normatividad vigente, razón por la cual la necesidad de someter a evaluación la presente solicitud.

El proyecto Tajo Veta Madre Fase 1, no va en contra de las estrategias de conservación de la unidad ambiental biofísica ya que uno de los rectores de desarrollo es la minería, por lo que el desarrollo del proyecto es viable.

### **III.2 Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación y Desarrollo de la Región.**

#### **III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021**

De la misma forma los ejes estratégicos del PED marcan la pauta para un desarrollo del estado con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que procura la transversalidad en todos los ejes, para conformar un gobierno eficiente, innovador, transparente y con sentido social, asimismo promueve el respeto a los derechos humanos y la igualdad de género.

En sus ejes estratégicos Sonora en paz y tranquilidad, Sonora y colonias con calidad de vida, Economía con futuro y Todos los sonorenses, todas las oportunidades, se fomenta la justicia, el equilibrio, la productividad y la competitividad del estado.

El plan de Estatal del Estado, contempla seis ejes estratégicos y transversales, para alcanzar los objetivos planteados.

Dentro de los ejes rectores, el presente proyecto se vincula directamente con el eje número II. Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable; y con el eje III. Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes, que enlista los siguientes lineamientos:

#### **II. Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable**



## **RETO 12.** Fomentar la mejora de la gestión ambiental

**Estrategia 12.1** Fortalecer el sistema de monitoreo estatal, la normatividad y los vínculos con los municipios en zonas urbanas y rurales, para la atención de diversas demandas.

### *Líneas de Acción*

12.1.1. Ampliar la oferta de infraestructura ambiental.

**12.1.2 Generar, en coordinación con los municipios, un sistema de planificación ambiental basado en parámetros ambientales confiables, que permita generar estrategias conjuntas para mejorar la calidad del aire, agua, manejo de residuos sólidos, ampliación de áreas verdes, entre otros.**

12.1.3. Promover entre los municipios del Estado un modelo de gestión para el confinamiento y control de residuos sólidos, mediante la correcta administración de rellenos sanitarios

12.1.4. Gestionar la estructura y funcionalidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado; tratamiento y saneamiento de aguas residuales, y operación de biodigestores y lagunas de oxidación, con organismos operadores.

12.1.5. Impulsar los programas municipales de áreas verdes, en plazas públicas, escuelas, vías generales de comunicación y edificios públicos.

**Vinculación con el proyecto:** Para esta línea de acción 12.1.2 que indica que se deben generar en coordinación con los municipios, un sistema de planificación ambiental basado en parámetros ambientales confiables, que permita generar estrategias conjuntas para mejorar la calidad del aire, agua, manejo de residuos sólidos, etc... Se establece que existe una vinculación con el proyecto puesto que este debe apegarse a los lineamientos, normas, condicionantes, etc, que garanticen la mínima contaminación ambiental y contribuyan a la mitigación, prevención y compensación de los impactos ambientales que provocará el proyecto, mismos que se describirán en el capítulo V del presente documento. De igual manera, en el capítulo VI, se plantean las medidas de mitigación para dichos impactos identificados.

## **RETO 14.** Conservar y Proteger la Riqueza Natural de Sonora

**Estrategia 14.1** Formular la política ambiental en materia de uso, conservación y manejo de la biodiversidad acuática y terrestre del estado de Sonora.



#### *Líneas de Acción*

14.1.1. Promover el uso sustentable de la biodiversidad acuática y terrestre (fauna y flora) del estado de Sonora, mediante acciones de aprovechamiento intensivo y extensivo, reproducción, investigación y repoblación.

**14.1.2. Promover la gestión y administración de los recursos naturales, mediante acciones con el Gobierno federal para un mejor manejo de las áreas naturales protegidas en el territorio estatal.**

14.1.3. Promover la descentralización de acciones, en este tema, mediante la celebración de convenios de coordinación entre el Estado de Sonora y la Federación.

4.1.4. Formular los planes de manejo necesarios para la biodiversidad acuática y terrestre, de interés, con especial énfasis en aquella que muestra alguna categoría de especies en peligro de extinción, rara y vulnerable y amenazada.

14.1.5. Dar funcionalidad a las áreas estatales protegidas existentes y evaluar la necesidad de nuevas zonas de protección especial.

14.1.6. Dar seguimiento y evaluar los impactos mediante su medición, con indicadores tanto cuantitativos como cualitativos.

**Vinculación con el proyecto:** A fin de garantizar un buen manejo en los recursos naturales, este proyecto está fuera de áreas naturales protegidas que se encuentren dentro del territorio estatal.

### ***III. Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes***

***Reto 4. Consolidar el liderazgo del sector minero del Estado de Sonora***

**Estrategia 4.4** Incentivar y consolidar la proveeduría en el Sector Minero, así como la gestión de proyectos de preservación ambiental e impulso de nuevas tecnologías

#### *Líneas de Acción*

4.4.1 Asesorar y capacitar a las empresas para el fortalecimiento del clúster minero.

4.4.2 Fomentar el desarrollo y financiamiento de proveedores del sector minero, utilizando fondos de programas federales y estatales.

**4.4.3 Capacitar y asesorar a la pequeña y mediana minería en temas de medio ambiente.**



4.4.4 Promover la realización de convenios de colaboración entre universidades y tecnológicos con la industria minera

**Estrategia 4.7** Vigilar que se cumpla la Normatividad Institucional para el Sector y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras

*Líneas de acción*

**4.7.1 Generar un manual de trámites mineros para uso público y asesorar a pequeños y medianos mineros en su utilización.**

**4.7.2 Generar y ejecutar procedimientos de revisión continua de la aplicación de la normativa minera**

**Estrategia 4.8** Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera

4.8.1 Propiciar un desarrollo sustentable y de la minería sonorenses a través de la participación de todos los actores que intervienen en la promoción y fomento.

**4.8.2 Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.**

4.8.3 Coordinar y vigilar la aplicación en tiempo y forma de los recursos financieros asociados al impuesto especial de minería o cualquier otro financiamiento gubernamental dirigido a incentivar y fortalecer el desarrollo sustentable de comunidades y regiones con actividad minera.

**Vinculación con el proyecto:** La empresa se apegará a los manuales de trámites mineros, así como a las capacitaciones a la pequeña y mediana minería en temas de medio ambiente.

Esto se logra realizando las actividades mineras bajo la normatividad ambiental vigente, así como la observancia de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Por otro lado, la política de desarrollo sustentable prioriza el cuidado del medio ambiente en cada una de las actividades y estrategias a seguir para la aplicación del PED 2016-2021.

Dicha política establece que el desarrollo sustentable o sustentabilidad se destaca como una asignatura compartida por todas las dependencias del gobierno del estado en su Plan Estatal de Desarrollo en beneficio de la población, los recursos naturales y el medio ambiente.



La vinculación con este plan es muy evidente ya que, el proyecto en cuestión coincide plenamente con los puntos anteriores, puesto que, con este proyecto, se fortalece los servicios y producción de ingreso, en una región de población rural preferentemente, en donde las fuentes de empleo siempre son requeridas para lograr un desarrollo rural y frenar la migración, a la vez que se logra el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales que sustenta el Estado.

### III.2.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora

El estado de Sonora cuenta con un ordenamiento ecológico del territorio, en el que el proyecto se ubica en la UGA 100-0/03 la cual se describe a continuación.

**Tabla III 2.** Ordenamiento del Estado de Sonora

UGA	Lineamiento Ecológico	Vinculación con el proyecto
UGA 100-0/03	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo de aventura	Se incluye la minería como actividad en la UGA
<b>Aptitudes</b>		
C2	Aves residentes	
C4	Borrego cimarrón	
C5	Mamíferos menores (Liebre y jabalí)	
C6	Venado Bura	
D1	Ecosistemas dulceacuícolas	
D4	Ecosistemas desérticos	
F2	No Maderable (leña y carbón)	
M	Minería	El proyecto es de tipo minero
T1	Turismo inmobiliario	
T3	Turismo alternativo (etnoturismo, cultural y otros)	
<b>Criterios de regulación ecológica</b>		
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	El proyecto contará con un programa de manejo de residuos y residuos peligrosos acorde a la normatividad vigente.



UGA	Lineamiento Ecológico	Vinculación con el proyecto
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente	La solicitud del permiso incluye programas de manejo de flora y fauna, haciendo énfasis en aquellas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CRE-17	Aplicación de buenas prácticas de manejo agrícola y programas de restauración por salinidad	
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos	
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético	
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos	
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	Se está solicitando el desmonte dentro de la normatividad vigente y se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar los daños al ecosistema.
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	Las áreas de afectación se restaurarán al finalizar la vida útil del proyecto, y la restauración se realizará con vegetación nativa.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	El área del proyecto será restaurada al final de la vida útil del proyecto y esta restauración se hará con especies nativas.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo.	

UGA	Lineamiento Ecológico	Vinculación con el proyecto
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	El suelo fértil será almacenado para posterior uso en restauración.
CRE-06	Regulación de las actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo.	Se hizo un análisis de los servicios ambientales que presta el ecosistema y se diseñaron medidas de mitigación que aseguren la prestación de servicios ambientales del ecosistema.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Se incluyen programas de rescate de flora y fauna haciendo énfasis en especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
<b>Estrategia Ecológica</b>		
CX	Fomentar el manejo adaptativo del aprovechamiento de cada especie de interés cinegético basado en el entendimiento del aprovechamiento actual, el conocimiento de su biología, sus parámetros poblacionales, los objetivos y metas poblacionales regionalmente y su interrelación con los factores ambientales.	
D1	Conservar efectivamente de un tramo de 34km de ecosistemas dulceacuícolas para la preservación de las especies de flora y fauna asociadas a estos ecosistemas, incluyendo la protección de 15 especies nativas de peces amenazados y en peligro de extinción para el 2030.	
D4	Conservación de 1, 821, 545 ha de ecosistema de desierto para la protección de las especies de flora y fauna asociadas a este ecosistema, así como la protección de 12 especies de mamíferos y reptiles nativos del desierto sonorense para el 2030.	Se implementarán programas de reubicación, protección y ahuyentamiento de fauna y rescate de flora.
F2	Fomentar el aprovechamiento sustentable de las poblaciones de mezquite utilizadas para la elaboración de leña y carbón para asegurar su producción sustentable para el 2030.	

UGA	Lineamiento Ecológico	Vinculación con el proyecto
M	Mejorar y crear nuevas normas que faciliten la operación minera y que eviten los impactos negativos en la conservación del medio ambiente, para 2017. Fomentar el desarrollo empresarial de los pequeños mineros para lograr su identificación y el desarrollo de programas enfocados a que cumplan con la normatividad ambiental para el 2017.	El desarrollo del proyecto se realizará apegado a la normatividad ambiental vigente.
T1	Mejoramiento de los estándares de construcción e imagen urbana en los sitios aptos para turismo tradicional e inmobiliario para el 2030.	
T3	Incrementar la contribución del sector en un 15% del producto interno bruto estatal a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y culturales del estado para el 2030.	

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente), la actividad productiva más rentable en esta UGA.

Como se observa en la tabla anterior las actividades se desarrollarán dentro del marco legal vigente y previendo prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos que se generarán por el desarrollo del proyecto, por lo que el establecimiento del mismo no va en contra del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora y se considera viable.

### III.2.3. Regiones Prioritarias

El desarrollo económico de la entidad en el contexto nacional es relevante, ya que, por su contribución al producto interno bruto, se ubica en el treceavo lugar. No obstante, hacia el interior del estado, existen fuertes contrastes en el desarrollo de las regiones que requieren atención especial e inmediata, debido a la gravedad que manifiestan sus indicadores socioeconómicos.

Ante los rezagos sociales que se presentan en las regiones prioritarias, el Gobierno del Estado impulsará acciones específicas que garanticen la cobertura suficiente de los servicios básicos, que promuevan el aprovechamiento integral de las potencialidades y ventajas competitivas existentes en el entorno natural, y que otorguen a la población mejores niveles de bienestar social e ingreso económico, suficiente para su arraigo.

Objetivos:



- Otorgar atención prioritaria a los municipios que presentan los mayores índices de marginación, incrementando la cobertura de los servicios básicos, la construcción y mantenimiento de la infraestructura de comunicaciones y la promoción de actividades productivas que generen empleo y arraigo de la población.
- Impulsar en las regiones prioritarias, la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y de la población, a efecto de garantizar su desarrollo social y económico.
- Participar conjuntamente con los municipios que integran las regiones prioritarias, para que incrementen su capacidad técnica y administrativa, a efecto de favorecer su capacidad de respuesta, para la solución de la problemática de localidades marginadas.

#### *Lineamientos estratégicos.*

- Se integrarán los esfuerzos y recursos de los tres niveles de gobierno para atender coordinadamente los principales problemas de las regiones prioritarias en materia de educación, salud, alimentación, infraestructura básica de comunicación y empleo.
- Mediante la participación de los tres órdenes de gobierno y de los sectores social y privado, se fomentará el aprovechamiento integral del potencial productivo, turístico y agroindustrial de las regiones prioritarias.
- Se aplicarán programas de desarrollo institucional municipal en regiones marginadas, para apoyar a las administraciones municipales en la mejoría de sus estructuras técnicas y administrativas que les permita eficientar la aplicación de sus recursos financieros.

### **III.3 Análisis de los instrumentos normativos**

#### **III.3.1 Leyes**

##### **III.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

En su Art. 4...Párrafo quinto...Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.



Art. 25. ...Párrafo sexto...Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado.... Cuidando su conservación y el medio ambiente.

Art. 27. ...Párrafo segundo... La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad las modalidades que dicte el interés público.... para lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

En apego a lo anterior, el proyecto considera las medidas necesarias para establecer adecuadas medidas de mitigación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En la Constitución se expresa claramente que todas las personas tienen derecho a tener un medio ambiente que les permita desarrollar satisfactoriamente, pero a la vez marca la pauta para que haya un desarrollo sustentable de las regiones, esto se presenta teniendo una infraestructura eficaz y segura, tomando las medidas que se asientan en la legislación ambiental actual.

### **III.3.1.2 Ley Minera**

El proyecto esté comprendido en el supuesto I del artículo 31 de la Ley, Dado que los proyectos mineros están comprendidos en la ley minera que establece en sus artículos 2 y 4 que se sujetarán a las disposiciones de esta Ley la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, exceptuando en su artículo 5, las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin, y los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto.

El proyecto Tajo Veta Madre Fase 1 es de naturaleza minera por lo que son aplicables los lineamientos establecidos en esta Ley, de la misma manera la empresa promotora ha adquirido conforme a lo regulado en la concesión minera correspondiente al área del proyecto.



### **III.3.1.3 Ley de Aguas Nacionales**

Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

Art. 85 En concordancia con las Fracciones VI y V XV del Artículo 7 de la presente Ley.

Art. 86 bis 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales... Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición. El Proyecto no contempla descargas de aguas residuales, dado que toda el agua se recicla, en los próximos barrenos.

En la zona del proyecto no se lleva a cabo ningún aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. El agua necesaria para el desarrollo del mismo, se trasladará en recipientes hacia el área del proyecto.

### **III.3.1.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente.**

En la Sección VI de la Ley, existen preceptos con carácter jurídico, obligatorio y general, para cierto número de acciones. El proyecto de exploración minera se encuentra fundamentado con base en los artículos Art. 5° Son facultades de la Federación; Frac. XIV:

La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

Art. 28.- 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 ambiente. Para ello, en los casos 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:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;



- XV.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelería, azucarera, del cemento y eléctrica;
- XV.- 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;
- IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
- VI. Se deroga.
- VXV. - Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;**
- VXV. - Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
- XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; Fracción reformada DOF 23-02-2005
- XXV.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la Preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y
- XXV.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Debido a que se requiere realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, para la implementación del presente proyecto, el mismo se vincula directamente con Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Particularmente con las fracciones XV, VXV y XXV del artículo 28 de dicha ley.

ARTÍCULO 30.- 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.



### III.3.1.5 Ley Federal de Derechos

**Art. 194-H.-** Por el otorgamiento de la autorización de los proyectos de obras o actividades cuya evaluación corresponde al Gobierno Federal, se pagará el derecho de impacto ambiental.

**Art. 194-J.-** Por los servicios de impacto ambiental se pagará el derecho de Impacto Ambiental.

### III.3.1.6 Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 58.

- a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitad natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitad, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros.
- b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente a su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitad o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación o conservación de poblaciones de especies asociadas.

Artículo 59.

Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la secretaría.

### III.3.1.7.- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

La región se caracteriza por ser fundamentalmente de vocación forestal, con índices de deforestación, aclareo y en general mal manejo de la actividad, por lo que se precisa instrumentar políticas de aprovechamiento, restauración y protección, de acuerdo a la problemática ambiental detectada, ello con base en el artículo 2o.- que declara de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales.





Esta Ley, aunada a las Normas Oficiales Mexicanas en la materia, fueron consideradas como apoyo sustantivo en la determinación de los criterios propuestos para cada política, para de esta manera, acceder a un manejo sustentable del recurso, así como los apoyos técnicos necesarios para ello, a través de las autoridades correspondientes.

En este sentido resulta importante señalar la reciente puesta en vigor de la Ley Forestal 2003, en la cual el manejo de las masas arboladas introduce el concepto de manejo de los ecosistemas forestales, no solo del potencial de aprovechamiento maderable y no maderable, sino del conjunto de bienes y servicios de estos ecosistemas, con un enfoque de conservación del potencial natural y equilibrio ecológico.

### **III.3.2 Reglamentos**

#### **III.3.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

##### **En materia de impacto ambiental.**

Referente a las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

Establece en el artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

Inciso O), referente a los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

De manera más específica en la fracción I, en lo relativo al cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal.

**Artículo 20.** Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental de la obra o actividad de que se trate, presentada en la modalidad que corresponda, la secretaría formulará y comunicará a los interesados la resolución correspondiente en la que podrá:

I. Autorizar la realización de las obras o actividades en los términos y condiciones señalados en la manifestación correspondiente.



XV. Autorizar la realización de la obra o actividad proyectada, de manera condicionada a la modificación o relocalización del proyecto, o

XV. Negar dicha autorización.

**Tabla III 3.** Vinculación con las normas oficiales mexicanas aplicables

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
NOM-041- SEMARNAT-2006.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo a usar. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante las diferentes etapas del proyecto. En caso de que no se cumpla con las normas oficiales en comento, y se rebasen los límites máximos permisibles que las mismas establecen, se procederá a inhabilitar inmediatamente la fuente de emisiones contaminantes. De manera que no se permitirá que los vehículos que rebasen dichos límites, operen en las distintas etapas del proyecto, hasta que cumplan con los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas.
NOM-045- SEMARNAT-2006	Referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan diésel como combustible.	
NOM-052- SEMARNAT-2005	Que establece las características de los residuos	Se deberán extremar los cuidados a fin de evitar derrames o fugas de combustibles, grasa, aceites, disolventes y todo aquel material que se

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	<p>peligrosos y el estado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>considera como de riesgo o peligroso para el ambiente, por lo que estos se deberán recolectar de conformidad con la normatividad ambiental vigente para ser dispuestos por prestadores de servicios autorizados para su confinamiento fuera de las áreas de trabajo o bien su tratamiento o reciclaje según lo amerite el caso. Con la finalidad de cumplir con la presente Norma Oficial, se implementará un sistema de recolección y almacén de residuos peligrosos, que se generen durante las diferentes etapas del proyecto. Dicho sistema consistirá en la identificación, recolección y almacenaje de los residuos peligrosos que se generen. Para tal fin, se integrará una brigada con personal especializado en el manejo de residuos peligrosos, que realizará las diversas actividades antes mencionadas, recolectando y almacenando los residuos en un confinamiento que cumpla con las disposiciones ambientales aplicables para este caso, para posteriormente darles la disposición final, misma que llevará a cabo alguna empresa calificada y certificada en el manejo de residuos peligrosos.</p>
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>Establece las especificaciones de protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de</p>	<p>La vinculación específica de esta Norma Oficial Mexicana, resulta fundamental y de carácter prioritario para las distintas etapas del proyecto, en las que se preverá dar cumplimiento a lo establecido en la norma en comento.</p>

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	<p>riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p>	<p>Para garantizar la protección y conservación a las especies se propondrán medidas específicas, dichas medidas consisten en lo siguiente:</p> <p>Se integrarán brigadas de trabajo, con personal especializado en el manejo de flora y fauna silvestres, especialmente aquellas que se encuentran bajo estatus de protección en la presente Norma Oficial Mexicana. Dichas brigadas llevarán a cabo procedimientos de rescate y reubicación de las especies enlistadas en la norma en comento, con la finalidad de que no se vean afectadas durante el desmonte, y demás etapas del presente proyecto. Las actividades mencionadas, para la fauna, incluyen desde la ubicación de los ejemplares, su ahuyentamiento, rescate y reubicación en áreas forestales aledañas sin alterar. En el caso de los ejemplares florísticos susceptibles a rescatar y reubicar, las acciones incluyen, su ubicación en campo, extracción, manejo en vivero y reubicación en áreas forestales aledañas adecuadas para tal fin incluyendo su monitoreo, con el fin de asegurar que su establecimiento sea exitoso y las actividades a implementar en caso de que no se presente la sobrevivencia aceptable, es decir, de un 85% como mínimo.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT-SS-2003</p>	<p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos las especificaciones para su</p>	<p>Incide en el proyecto a efecto de tomar las precauciones y las medidas de seguridad para evitar el derrame de hidrocarburos, (gasolina, diésel, aceites, etcétera) al suelo.</p> <p>Con la finalidad de dar cumplimiento a la presente Norma, se integrará una brigada de supervisión, que vigilará la maquinaria y</p>

<b>NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>
	caracterización y remediación.	equipo usados en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de evitar el derrame de hidrocarburos en el suelo. Para lograr tal fin, se asegurarán de que el estado mecánico de los vehículos sea el óptimo y se evite en lo posible, la contaminación del suelo. Por otro lado, si se presenta algún derrame, procederán a la recolección del mismo, almacenándolo en un sitio adecuado, previamente seleccionado y que cumpla con las disposiciones ambientales aplicables, donde almacenarán los residuos que vayan recolectando; dándoles disposición final mediante la contratación de empresas calificadas en el manejo de residuos.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal	<p>Si bien, las materias primas forestales producto del desmonte, no se extraerán bajo algún programa de manejo forestal, se realizará el aprovechamiento de las mismas en una sola corta, de manera que las especificaciones de la presente norma oficial son aplicables al desarrollo del presente proyecto.</p> <p>Para tal fin, se implementarán obras de conservación de suelo y agua, que aseguren la mitigación de los efectos adversos ocasionados por el cambio de uso del suelo.</p> <p>Las medidas, mismas que se describen ampliamente en el capítulo VI del presente documento, son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de bordos de material vegetal muerto a curvas de nivel, en áreas aledañas a la zona del proyecto.</li> </ul>

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de presas filtrantes de piedra acomodada en escurrimientos aledaños a la zona.</li> <li>• Construcción de obras de drenaje más adecuadas, para evitar la interrupción de los causes aledaños.</li> <li>• Estabilización de taludes.</li> </ul> <p>Estas medidas serán implementadas y supervisadas por personal capacitado en la construcción de obras de conservación de suelo y agua.</p>
NOM-062-SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad, que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de en terrenos forestales a agropecuario.	Si bien el cambio de uso del suelo no será a uso agropecuario, si no a la apertura de dos socavones y sus respectivas obras complementarias, dicho cambio de uso del suelo generará impactos adversos sobre la biodiversidad, siendo aplicable la presente norma para mitigar dichos impactos negativos, logrando así, proteger la biodiversidad del área en cuestión, a la vez que se implementa y desarrolla el proyecto.
NOM-120-SEMARNAT-2011	Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa en zonas agrícolas ganaderas o	Se relaciona directamente con el desarrollo del proyecto, a fin de implementar las actividades de protección ambiental derivadas de la exploración y explotación a realizar.  Con la finalidad de dar cumplimiento a la presente norma, se implementaran medidas de protección, conservación y mitigación ambiental, con la finalidad de asegurarse de que

NORMA (RELACIONA CON EL PROYECTO)	CONTENIDO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	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	los impactos generados por las actividades de exploración en comento, no pongan en riesgo los recursos que el ecosistema sustenta.
NOM-157-SEMARNAT-2009	Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	Si bien es cierto que el proyecto minero en cuestión, se encuentra en su fase de exploración, no en la de beneficio de minerales, se atenderá la presente norma en caso de generarse residuos por el desarrollo de la actividad de exploración ya dicha.  Se elaborará un plan, en caso de ser necesario, con la finalidad de dar un manejo adecuado a los residuos mineros generados por las actividades del presente proyecto.

### III.5. Ubicación del proyecto en áreas de importancia ecológica (ANP, RTP, RHP, AICA'S)

#### III.5.1 Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas. Las ANP se clasifican en: Reservas de la biósfera, Parques Nacionales, Monumentos naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de



Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales y Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población. El proyecto denominado Tajo Veta Madre Fase 1, no incide en ninguna modalidad de ANP, tal como se puede observar en la Figura III.2.

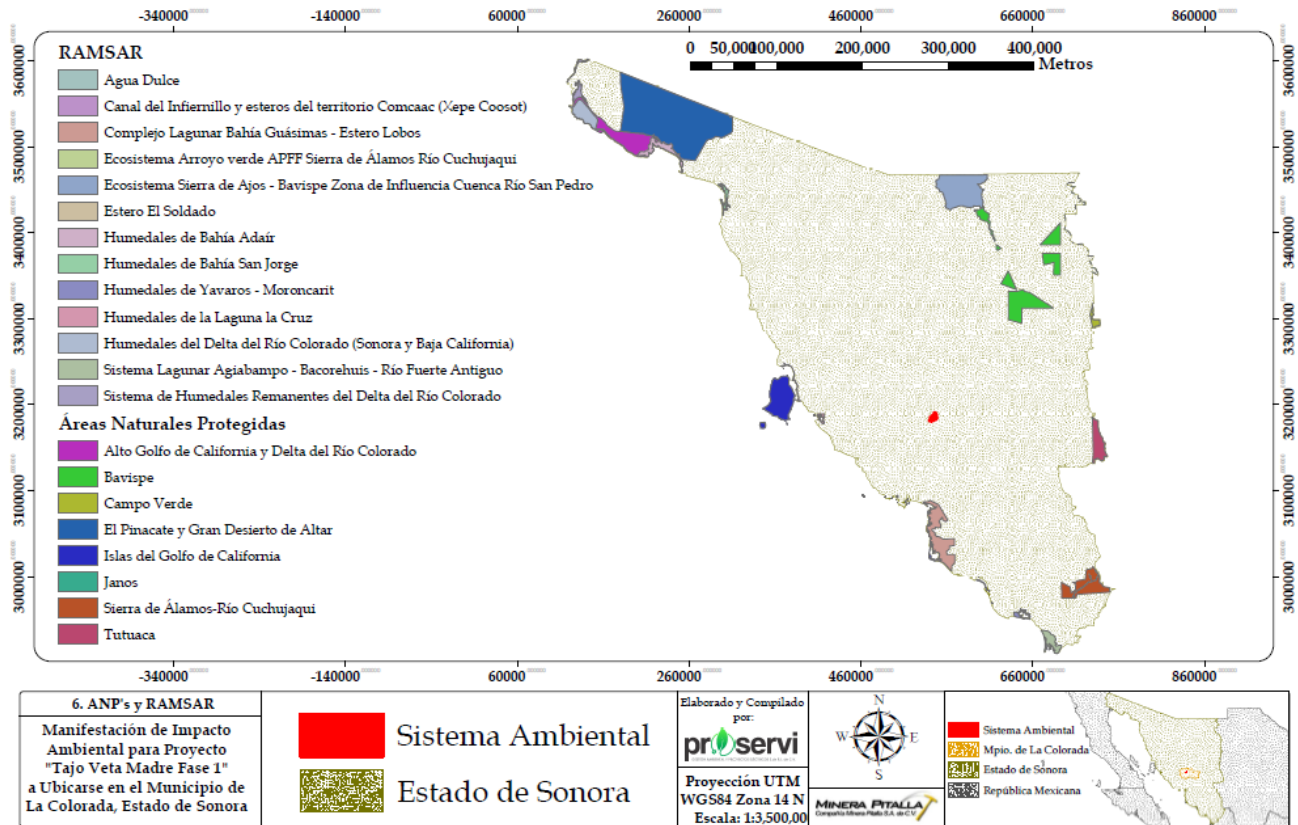


Figura III. 2. Áreas Naturales Protegidas

### III.5.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las áreas de importancia para la conservación de las aves son aquellas zonas que por sus características biológicas se consideran de vital importancia para proporcionar refugio a las aves, así como su preservación. A lo largo de la República Mexicana se encuentran 287 AICAS de las cuales solamente dieciséis se encuentran en el estado de Sonora, el proyecto no incide en ninguna área de importancia para la conservación de las aves, tal como se muestra en la Figura III.3.



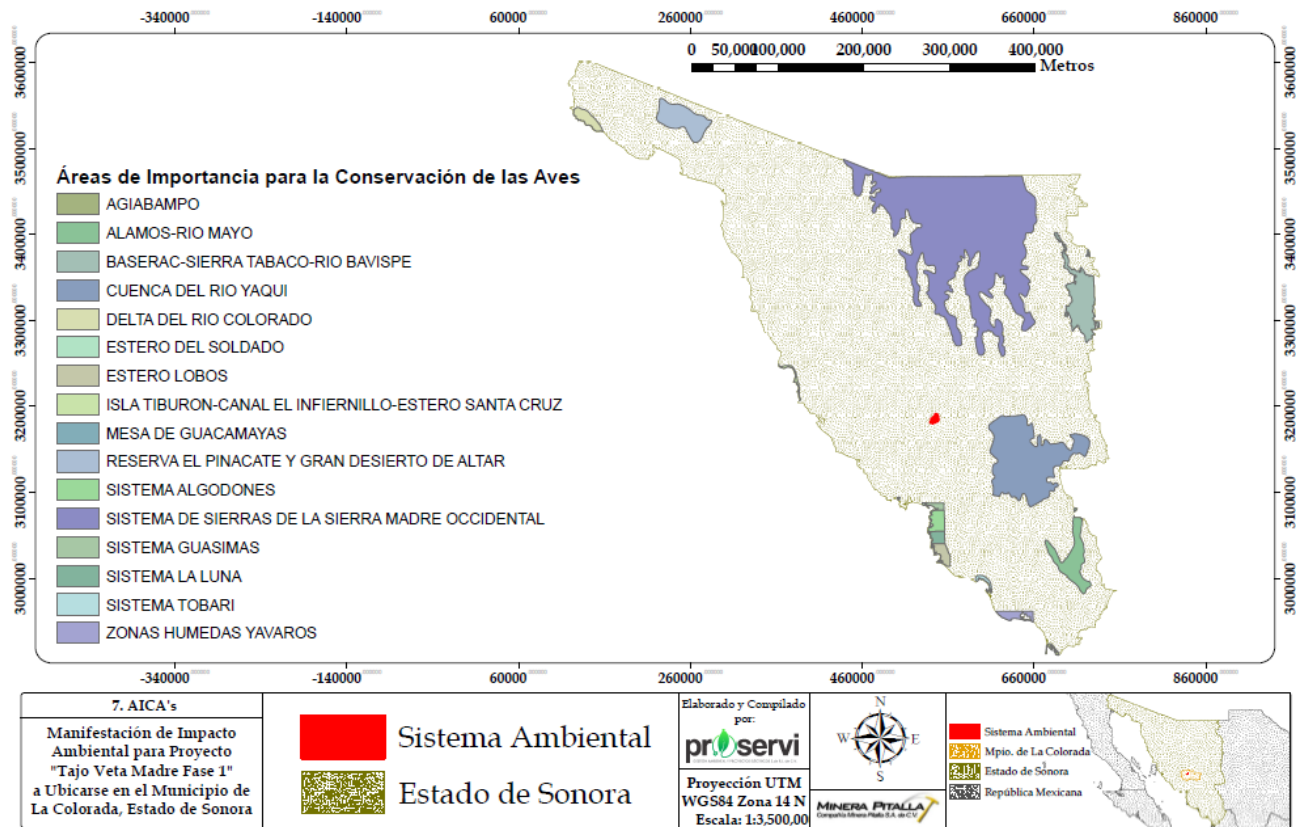


Figura III. 3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

### III.5.3 Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tienen el objetivo general de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaque la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El proyecto no incide en alguna Región Terrestre Prioritaria, tal y como se puede observar en la Figura III.4.

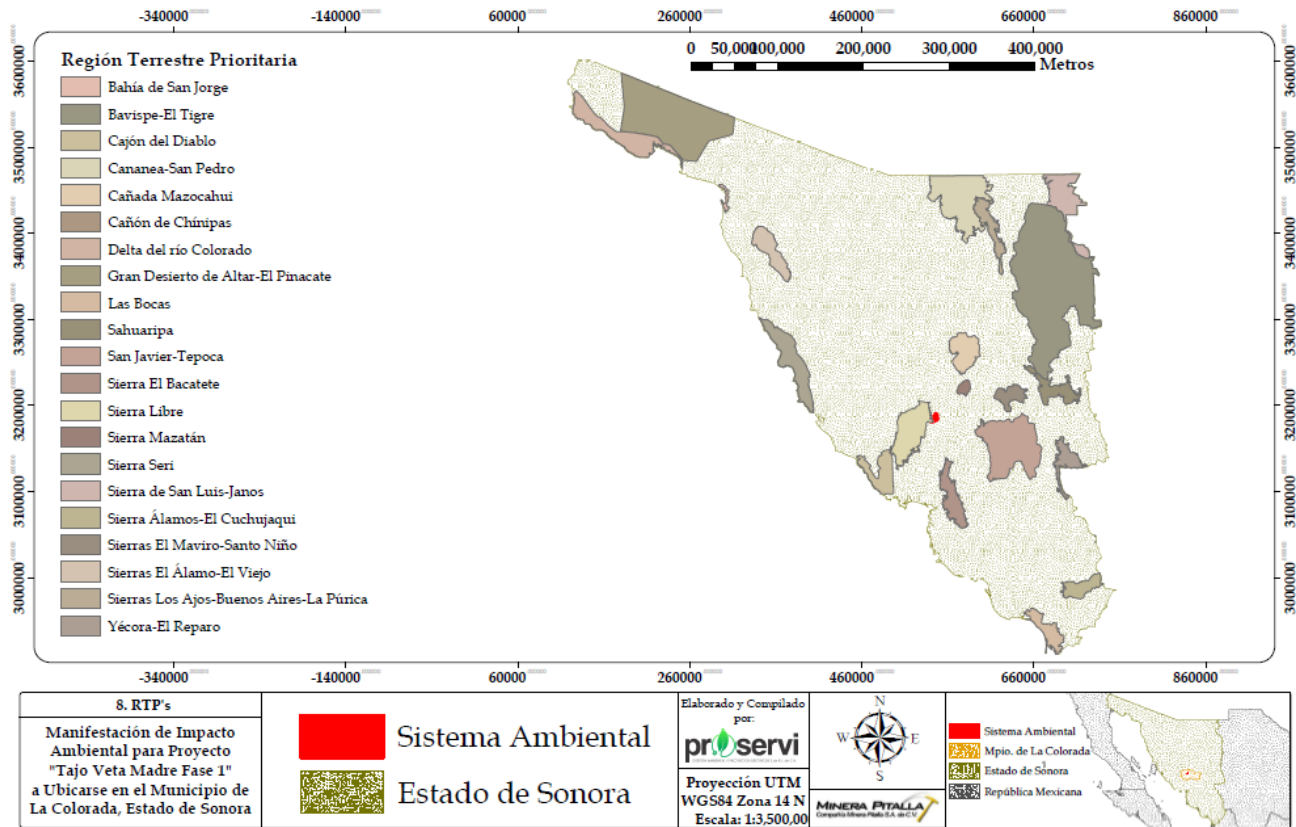


Figura III. 4. Regiones Terrestres Prioritarias

### III.5.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El proyecto Tajo Veta Madre Fase 1 no incide en alguna región hidrológica prioritaria. Como se puede observar en la figura III.5.

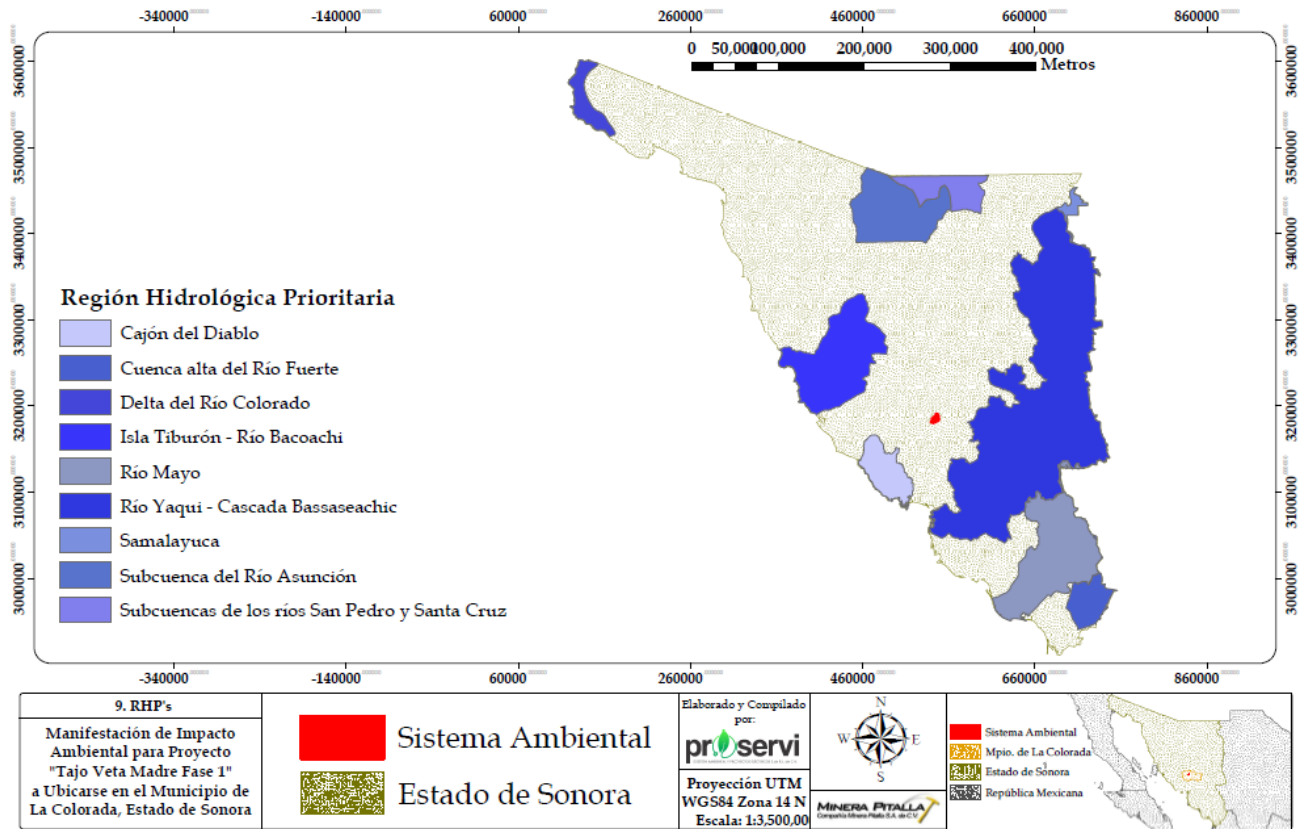


Figura III. 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias

## Capítulo IV

IV. 1. Metodología empleada para la delimitación del sistema ambiental del proyecto .....	7
IV. 1.1. Procedimiento .....	8
IV. 1.2. Delimitación y justificación del área de estudio para el proyecto en función del sistema ambiental. ....	8
<b>IV. 2. Elementos físicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales .....</b>	<b>14</b>
IV. 2.1. Clima .....	14
IV.2.2. Fisiografía .....	21
IV.2.3. Geología y Geomorfología. ....	23
IV. 2.4. Topografía .....	29
IV. 2.4.1. Exposición.....	30
IV. 2.4.2. Pendientes .....	32
IV. 2.5. Suelo .....	33
IV. 2.5.1. Degradación y pérdida de suelo .....	36
IV. 2.6. Hidrología.....	52
IV. 3. Elementos biológicos .....	70
IV. 3.1. Vegetación y usos de suelo .....	70
IV. 3.2. Caracterización de la vegetación.....	72
IV. 3.3. Análisis de diversidad de la vegetación del sistema ambiental .....	106
IV. 3.3.1. Índices de diversidad de la vegetación .....	108
IV. 3.4. Análisis de la diversidad de la vegetación del área del proyecto .....	116
IV.3.4. Fauna.....	141
IV.4. Medio socioeconómico .....	178
<b>IV.5. Diagnóstico ambiental.....</b>	<b>184</b>

### Índice de Figuras

Figura IV. 1. Clima .....	14
Figura IV. 2. Precipitación.....	16
Figura IV. 3. Temperatura .....	17
Figura IV. 4. Probabilidad de Huracán .....	18
Figura IV. 5. Riesgo de ciclón .....	18
Figura IV. 6. Riesgo de Inundación.....	19
Figura IV. 7. Riesgo de Sequía .....	20
Figura IV. 8. Fisiografía .....	23
Figura IV. 9. Geología .....	26
Figura IV. 10. Riesgo de deslizamiento .....	26
Figura IV. 11. Regiones Sísmicas.....	28
Figura IV. 12. Topoforma .....	29



Figura IV. 13. Topografía.....	30
Figura IV. 14. Exposición.....	31
Figura IV. 15. Pendiente .....	33
Figura IV. 16. Tipo de suelo .....	36
Figura IV. 17. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para regiones de México .....	39
Figura IV. 18. Valores de Factor K .....	41
Figura IV. 19. Valores de factor C .....	43
Figura IV. 20. Valores de CATEX.....	47
Figura IV. 21. Valores de CAUSO.....	48
Figura IV. 22. Rangos de clasificación para erosión eólica.....	51
Figura IV. 23. Ubicación Hidrológica .....	53
Figura IV. 24. Corrientes del área del sistema ambiental delimitado.....	54
Figura IV. 25. Fórmulas para calcular coeficiente de escurrimiento.....	57
Figura IV. 26. Valores para ponderar factor K .....	58
Figura IV. 27. Hidrología Subterránea .....	63
Figura IV. 28. Forma de los sitios de muestreo .....	75
Figura IV. 29. Sitios de muestreo.....	76
Figura IV. 30. Estimadores para estrato arbóreo .....	86
Figura IV. 31. Gráfico de Clench para estrato arbóreo.....	87
Figura IV. 32. Estimadores para estrato arbustivo .....	92
Figura IV. 33. Gráfico de Clench para estrato arbustivo .....	93
Figura IV. 34. Estimadores no paramétricos para estrato cactáceo y agaváceo .....	98
Figura IV. 35. Gráfico de Clench para estrato cactáceo y agaváceo .....	99
Figura IV. 36. Estimadores para estrato herbáceo .....	104
Figura IV. 37. Gráfico de Clench para estrato herbáceo .....	105
Figura IV. 38. Estimadores no paramétricos del estrato arbóreo de CUS.....	116
Figura IV. 39. Estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del área de afectación. .....	118
Figura IV. 40. Estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del área de CUS. ....	120
Figura IV. 41. Gráfico de Clench para el estrato arbóreo.....	126
Figura IV. 42. Gráfico de Clench para el estrato arbustivo. ....	127
Figura IV. 43. Gráfico de Clench para el estrato herbáceo. ....	128
Figura IV. 44. Gráfico de Clench para el estrato cactáceo. ....	129
Figura IV. 45. Matriz de comparación por pares genérica .....	187
Figura IV. 46. Procedimiento para la generación de diagnóstico ambiental integrado .....	195
Figura IV. 47. Diagnóstico Ambiental Integrado .....	195
Figura IV. 48. Calidad atmosférica.....	197
Figura IV. 49. Calidad del suelo .....	198
Figura IV. 50. Calidad del factor hidrología.....	199
Figura IV. 51. Diagnóstico del factor vegetación .....	200
Figura IV. 52. Diagnóstico del factor fauna .....	201



Figura IV. 53. Diagnóstico del factor ambiental paisaje y geoformas.....	202
Figura IV. 54. Diagnóstico sociocultural y socioeconómico.....	203

## Índice de Tablas

Tabla IV. 1. Clasificación del tamaño de cuencas, (Campos 1987).....	9
Tabla IV. 2. Valores interpretativos de la relación de Horton .....	11
Tabla IV. 3. Rangos de pendientes de acuerdo con Heras 1976 .....	12
Tabla IV. 4. Estación meteorológica.....	15
Tabla IV. 5. Precipitación.....	15
Tabla IV. 6. Temperatura.....	16
Tabla IV. 7. Incidencias de acuerdo al CENAPRED.....	17
Tabla IV. 8. Incidencias por lluvias.....	19
Tabla IV. 9. Subprovincias de Llanura Sonorense .....	22
Tabla IV. 10. Exposiciones para el sistema ambiental.....	30
Tabla IV. 11. Exposiciones en el área del proyecto.....	32
Tabla IV. 12. Clasificación de pendientes .....	32
Tabla IV. 13. Pendientes en el área del proyecto .....	33
Tabla IV. 14. Ponderación de valores de factor K.....	41
Tabla IV. 15. Valores de factor K.....	42
Tabla IV. 16. Valores de C para los diferentes tipos de cobertura para antes y después del CUSTF .....	43
Tabla IV. 17. Valores de LS para los diferentes tipos de cobertura.....	44
Tabla IV. 18. Resultados de la EUPS a nivel sistema ambiental en condiciones actuales.....	45
Tabla IV. 19. Resultados de la EUPS a nivel Microcuenca en condiciones después del CUSTF .....	45
Tabla IV. 20. Valores de CATEX para el sistema ambiental.....	47
Tabla IV. 21. Ponderación valores de CAUSO para sistema ambiental previo al desmonte.....	48
Tabla IV. 22. Valores de Causo previo a CUSTF.....	49
Tabla IV. 23. Ponderación de valores de CAUSO para después de CUSTF .....	49
Tabla IV. 24. Valores de CAUSO para microcuenca después de CUSTF.....	50
Tabla IV. 25. Cálculo de erosión eólica en condición actual .....	51
Tabla IV. 26. Cálculo de erosión eólica después de CUSTF .....	51
Tabla IV. 27. Perdida de suelo total después de realizada la afectación por CUSTF .....	52
Tabla IV. 28. Descripción de Región Hidrológica Sonora Sur .....	52
Tabla IV. 29. Cuerpos de agua dentro del sistema ambiental.....	54
Tabla IV. 30. Corriente principal .....	55
Tabla IV. 31. Volumen de agua precipitado .....	56
Tabla IV. 32. Evapotranspiración.....	56
Tabla IV. 33. Cálculo de K para sistema ambiental en condición actual.....	58
Tabla IV. 34. Cálculo de factor K para después de CUSTF .....	59
Tabla IV. 35. Balance hídrico para el sistema ambiental en condición actual.....	62



Tabla IV. 36. Balance hídrico para el sistema ambiental en condición después de CUSTF .	62
Tabla IV. 37. Usos de Suelo y Vegetación.....	71
Tabla IV. 38. Tipos de vegetación y usos de suelo.....	71
Tabla IV. 39. Estrato arbóreo.....	72
Tabla IV. 40. Estrato arbustivo .....	72
Tabla IV. 41. Estrato herbáceo .....	73
Tabla IV. 42. Estrato cactáceo.....	73
Tabla IV. 43. Coordenadas de Sitios de Muestreo .....	76
Tabla IV. 44. Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbóreo.....	83
Tabla IV. 45. Estimadores para estrato arbóreo .....	85
Tabla IV. 46. Sesgo y exactitud para estimadores no paramétricos del estrato arbóreo.....	86
Tabla IV. 47. Valores para modelo de Clench (paramétrico) para estrato arbóreo.....	87
Tabla IV. 48. Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbustivo .....	89
Tabla IV. 49. Estimadores no parametricos para estrato arbustivo .....	91
Tabla IV. 50. Cálculo de Sesgo y Exactitud para estrato arbustivo.....	92
Tabla IV. 51. Valores de modelo de Clench para estrato arbustivo .....	94
Tabla IV. 52. Matriz de datos para estrato cactáceo y agaváceo de análisis del sistema ambiental.....	95
Tabla IV. 53. Estimadores no parametricos para estrato cactáceo y agaváceo.....	97
Tabla IV. 54. Sesgo y Exactitud.....	98
Tabla IV. 55. Valores de modelo de Clench para estrato cactáceo .....	100
Tabla IV. 56. Matriz de datos para la microcuenca del estrato herbáceo .....	101
Tabla IV. 57. Estimadores para estrato herbaceo .....	103
Tabla IV. 58. Sesgo y Exactitud.....	104
Tabla IV. 59. Valores para modelo de Clench del estrato herbáceo.....	105
Tabla IV. 60. Índices de diversidad del estrato arbóreo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou).....	108
Tabla IV. 61. Índices de diversidad del estrato arbustivo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou) .....	109
Tabla IV. 62. Índices de diversidad del estrato herbáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou) .....	110
Tabla IV. 63. Índices de diversidad del estrato cactáceo y agaváceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou) .....	110
Tabla IV. 64. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo .....	112
Tabla IV. 65. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo .....	113
Tabla IV. 66. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo .....	114
Tabla IV. 67. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo .....	114
Tabla IV. 68. Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato arbóreo del proyecto .....	116
Tabla IV. 69. Determinación de sesgo y exactitud para el estrato arbóreo de la zona de afectación.....	118



Tabla IV. 70. Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del área de afectación.....	118
Tabla IV. 71. Determinación de sesgo y exactitud para el estrato arbustivo de afectación.	120
Tabla IV. 72. Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del área de CUS.....	120
Tabla IV. 73. Determinación de sesgo y exactitud para el estrato herbáceo de CUS. ....	122
Tabla IV. 74. Estimadores no paramétricos para el estrato cactáceo del área de CUS. ....	122
Tabla IV. 75. Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato cactáceo del área de CUS.....	122
Tabla IV. 76. Determinación de sesgo y exactitud para el estrato cactáceo de CUS.....	124
Tabla IV. 77. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.....	126
Tabla IV. 78. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.....	127
Tabla IV. 79. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.....	128
Tabla IV. 80. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.....	130
Tabla IV. 81. Índices del estrato arbóreo en el área de CUSTF .....	133
Tabla IV. 82. Índices del estrato arbustivo en el área de CUSTF .....	133
Tabla IV. 83. Índices del estrato herbáceo en el área de CUSTF.....	134
Tabla IV. 84. Índices del estrato cactáceo en el área de CUSTF .....	135
Tabla IV. 85. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el área de CUSTF .....	137
Tabla IV. 86. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo en el área de CUSTF ..	137
Tabla IV. 87. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el área total de CUSTF .....	138
Tabla IV. 88. Índice de valor de importancia del estrato cactáceo en el área total de CUSTF .....	139
Tabla IV. 89. Mamíferos.....	143
Tabla IV. 90. Aves.....	143
Tabla IV. 91. Reptiles.....	143
Tabla IV. 92. Especies de mamíferos.....	146
Tabla IV. 93. Especies de aves.....	151
Tabla IV. 94. Especies de reptiles .....	156
Tabla IV. 95. Características por especie del grupo taxonómico mamíferos .....	162
Tabla IV. 96. Características por especie del grupo taxonómico aves .....	165
Tabla IV. 97. Características por especie del grupo taxonómico reptiles.....	169
Tabla IV. 98. Índices de diversidad de mamíferos a nivel sistema ambiental.....	173
Tabla IV. 99. Índices de diversidad de aves a nivel sistema ambiental.....	173
Tabla IV. 100. Índices de diversidad de reptiles a nivel sistema ambiental .....	174
Tabla IV. 101. Índices de mamíferos a nivel área de afectación. ....	175
Tabla IV. 102. Índices de aves a nivel área de afectación. ....	176
Tabla IV. 103. Índices de reptiles a nivel área de afectación. ....	177
Tabla IV. 104. Población por sexo en el Área de Influencia del Proyecto. (Fuente: INEGI. Censo General de población y vivienda 2010).....	178





Tabla IV. 105. Población económicamente activa y Población ocupada. (Fuente: INEGI, Censo).....	179
Tabla IV. 106. Viviendas por estatus de servicios y número de habitantes. (Fuente: INEGI) .....	181
Tabla IV. 107. Servicios Públicos en la Colorada. (Fuente: Programa de desarrollo urbano de La Colorada.) .....	182
Tabla IV. 108. Población con derechos de salud. (Fuente: INEGI, Censo 2010) .....	183
Tabla IV. 109. Alfabetismo. (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010).....	184
Tabla IV. 110. Escalas de comparación de Saaty .....	186
Tabla IV. 111. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA.....	189
Tabla IV. 112. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental .....	190



#### **IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION**

Para el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, primero se determinó realizar la delimitación del sistema ambiental, el cual debería ser acorde a las condiciones de campo y estar debidamente justificado; condición que permitirá obtener información puntual del área de trabajo, para posteriormente plasmarlo en el presente documento. Esta delimitación se realizó con el Modelo Digital de Elevación (MDE) y con el Sistema de Información Geográfica (Programa ArcGis 10.5).

El sistema ambiental se delimito como una cuenca hidrológico-forestal, debido a que la mayor parte del proyecto involucra el desmonte, considerando que uno de los factores ambientales que puede verse afectado es el hidrológico; éste se determinó en función de la influencia del predio con respecto al área drenada cuyo sistema de corrientes confluyen a partir del límite físico (parteaguas) que define la dirección de los escurrimientos hacia un punto de salida o boquilla y su interacción con el trazó del proyecto, obteniendo una superficie de estudio de 4,226.3908 hectáreas.

Posterior a la definición de la cuenca, se realizó un análisis comparativo del área seleccionada con la delimitación de cuencas hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua, concluyendo que, el área del Proyecto:

- Se encuentra en la Región Hidrológica Sonora Sur, - RH9
- Se ubica en la cuenca Río Mátape, - RH9C
- Se distribuye en la subcuenca Río Mátape-Empalme - RH22Ca.

En el presente capítulo, se realizará la descripción de las características físicas y biológicas de la cuenca hidrológico-forestal en la que se desarrollará el Proyecto, así como la forma en que está fue definida.

##### **IV. 1. Metodología empleada para la delimitación del sistema ambiental del proyecto**

Para crear los límites de la cuenca hidrológico-forestal que será utilizada para sistema ambiental, a partir del conjunto de datos digitales que ofrece INEGI como la Red Hidrográfica escala 1: 50,000 y el Modelo Digital de Elevación escala 1: 50,000 para el Estado de Sonora, se realizó una serie de análisis espaciales usando el software ArcMap 10.5 para el modelaje.



#### **IV. 1.1. Procedimiento**

Se estableció el ambiente de trabajo de ArcMap. Se indicó el tamaño de Pixel del Modelo Digital de Elevación. Se extrajo el Modelo Digital de Elevación de la Subcuenca donde se ubicó el proyecto y se procedió a aplicar la siguiente metodología con las herramientas de Hydrology del software ArcMap:

- I. Crear un MDE sin depresiones con la herramienta *fill*.
- II. Crear capa de *flow direction*.
- III. Crear capa de *flow accumulation*
- IV. Crear puntos de vertedero y luego usarlos en la herramienta *pour points*.
- V. Crear microcuenca con la herramienta *watershed*

#### **IV. 1.2. Delimitación y justificación del área de estudio para el proyecto en función del sistema ambiental.**

La microcuenca es un ámbito geográfico, hidrológico, económico, social y ambiental lógico para cartografiar y planificar el uso y manejo de los recursos naturales en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales y el comportamiento de estos mismos recursos.

Otro aspecto importante a considerar cuando se delimita la microcuenca es el operativo ya que las acciones ligadas al uso y manejo del suelo que se realicen en la microcuenca presentan impactos medibles a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, lo que permite la valoración ambiental sobre la conservación o deterioro del suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad de los sistemas ambientales.

Se delimitó conforme a la metodología mencionada anteriormente y con el criterio de los procesos asociados al recurso agua, tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, intercambio de nutrientes etc., se analizan sobre esas unidades geográficas, es entonces que se consideran las escorrentías más cercanas e influyentes en las que se concentra el agua en los eventos de precipitación, los cuales son los que transportan sedimentos y en algunos casos contaminantes que pudieran afectar el ecosistema. Es por eso que se toma en cuenta de donde nacen los escurrimientos cercanos al proyecto y en donde desembocan.



A continuación, se presentan las características descriptivas de la microcuenca/sistema ambiental:

#### a) Área de la microcuenca/sistema ambiental

El área de la microcuenca es de 4,226.3908 hectáreas, es decir 42.263908 km<sup>2</sup>, la cual se clasifica como una microcuenca pequeña.

**Tabla IV. 1.** Clasificación del tamaño de cuencas, (Campos 1987)

Tamaño de la Cuenca (Km2)	Descripción
<25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-Pequeña
500 a 2,500	Intermedia-Grande
2,500 a 5,000	Grande
>5000	Muy Grande

#### b) Perímetro

Es la longitud de la línea divisoria de la cuenca este es un parámetro importante, pues está relacionado con el área, nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca (Campos 1987). El área y el perímetro de la cuenca tienen estrecha relación con la litología presente; una roca blanda da lugar a una cuenca bien drenada con área relativamente grande y con tendencias a formas redondeadas. Por el contrario, roca resistente da lugar a cuenca alargada, con pendientes fuertes, baja densidad de drenajes y áreas pequeñas (Díaz et al 1999).

El perímetro de la microcuenca delimitada para el área de estudio es de 39,384.296 m, es decir 39.384296 km.

#### c) Parámetro de forma

Permite realizar estudios cuantitativos sobre particularidades de la microcuenca, evitándose las descripciones subjetivas y se introducen parámetros matemáticos que se pueden calcular, pudiéndose analizar el medio físico mediante términos matemáticos y su respuesta hidrológica. A su vez, permite establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas



redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

- **Índice de Compacidad de Gravelius (Kc)**

Relación que existe entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia, cuanto más irregular se la cuenca, mayor será su coeficiente de compacidad.

El índice será mayor o igual a la unidad, de modo que cuanto más cercano se encuentre, más se aproximará su forma a la del círculo, en cuyo caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por el contrario, si el índice es mayor a 2 o se aleja más del valor de la unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca y tendrá una menor tendencia a crecidas.

$$Kc = 0.282 * \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

Dónde:

A= Área de la microcuenca en km<sup>2</sup>

P= Perímetro de la microcuenca en km

Entonces el índice de compacidad para la microcuenca obtiene un valor adimensional de 1.70, el valor es alejado de 1, la cuenca es más cercana a ser alargada, por lo que tiene más menos posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales).

- **Factor de forma de Horton (Ff)**

Parámetro adimensional para medir la forma de la cuenca, relacionado entre el área de la cuenca y la longitud del río principal, denominado factor o relación de forma de Horton, el cual viene expresado por:

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A= Área de la microcuenca en km<sup>2</sup>



L= Longitud de río principal en km

El factor forma de Horton obtiene un valor de 0.17 el cual según la clasificación sería una cuenca muy alargada.

**Tabla IV. 2.** Valores interpretativos de la relación de Horton

Factor	Forma
<0.22	Muy Alargada
0.22-0.30	Alargada
0.30-0.37	Ligeramente Alargada
0.37-0.45	Ni Alargada ni ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

#### d) Parámetros relativos a la red de drenaje

La forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escorrentía superficial directa.

- **Longitud del cauce principal**

Medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida. Este parámetro es muy importante, para determinar el tiempo de concentración de una cuenca.

El cauce principal tiene una longitud de 15,620.03903 metros o bien 15.62003903 kilómetros.

- **Longitud de todas las corrientes**

Este representa un indicador del grado de pendiente de la cuenca, así como el grado de la densidad de drenaje. Las áreas con pendientes pronunciadas o muy escarpadas, presentan un mayor grado de ramificaciones de corrientes tributarias, al contrario de áreas de valle con suelos profundos presentan corrientes tributarias largas y generalmente perennes.



La longitud de todas las corrientes de la microcuenca es igual a 15,7037.413 metros y/o 157.037413 kilómetros.

- **Pendiente media de la corriente principal**

En la medida que este valor se incremente mayor será la probabilidad de generar crecidas ya que la capacidad de arrastre de sedimentos y la velocidad del caudal en caso de tormentas se incrementa en aquellas cuencas con valores altos de pendientes, caso contrario ocurre cuando la pendiente media del cauce principal, presenta valores bajos los cuales contribuyen a que los picos de crecidas sean menos violentos.

La pendiente media de la corriente principal es de 0.36, mientras que la pendiente máxima es de 12.47, lo que nos indica que los picos de las crecidas serán poco violentos.

- **Pendiente de la microcuenca/sistema ambiental en porcentaje**

La pendiente de la cuenca tiene una importancia en la relación de infiltración, escurrimientos superficiales, la humedad del suelo y flujos subterráneos al flujo de los cauces (Campos 1992). Este concepto es representativo de distintas pendientes y está estrechamente relacionado con los fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie (Guerra y González 2002).

Con respecto a las pendientes la microcuenca cuenta con una pendiente máxima de 45.37, y una mínima de 0, la pendiente media es de 6.24.

**Tabla IV. 3.** Rangos de pendientes de acuerdo con Heras 1976

Pendientes	Tipo de Terreno
0 a 2%	Llanos
2 a 5%	Suave
5 a 10%	Accidentado medio
10 a 15%	Accidentado
15 a 25%	Fuertemente accidentado
25 a 50%	Escarpado
>50%	Muy escarpado



Al tener una pendiente media de 6.24% la microcuenca corresponde a un rango de accidentado medio.

- **Densidad de drenaje**

Es la relación entre la longitud total de las corrientes de agua de la cuenca y su área total.

$$D = \sum Li / A$$

Dónde:

D= Densidad de drenaje Km

$\sum Li$ = suma de las longitudes de los canales en Km

A= Superficie de la microcuenca Km<sup>2</sup>

La densidad de drenaje que presenta la microcuenca de estudio es 3.71, es decir que la microcuenca es altamente drenada.

- **Sinuosidad de la corriente**

Es la relación entre la longitud del río principal a lo largo de su cauce y la longitud del valle medido en línea curva o recta.

$$S = \frac{L}{L_v}$$

Dónde:

S: sinuosidad de la corriente

L: longitud del río principal

L<sub>v</sub>: longitud del valle medido en línea recta o curva

La sinuosidad para la microcuenca es 1.50, más apegado al valor que indica que no existe sinuosidad alta.





## IV. 2. Elementos físicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales

### IV. 2.1. Clima

El tipo de clima que se presenta en el sistema ambiental está clasificado como BS0hw(x'), Seco semicálido y BWhw (x') Muy seco semicálido: El clima que prevalece en la región, según la clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta García (1981):

a) BS0 hw (x'), que corresponde a un clima seco semicálido, con un invierno fresco, temperaturas medias, anual de 18 °C a 22 °C y del mes más frío <18 °C. Su régimen de lluvia es verano, corresponde a > 10.2 mm para lluvia de verano y >36 mm para lluvia de invierno.

b) BWhw (x1): Muy seco semicálido. Las áreas que presentan un clima seco se caracterizan por presentar una evaporación mayor a la precipitación.

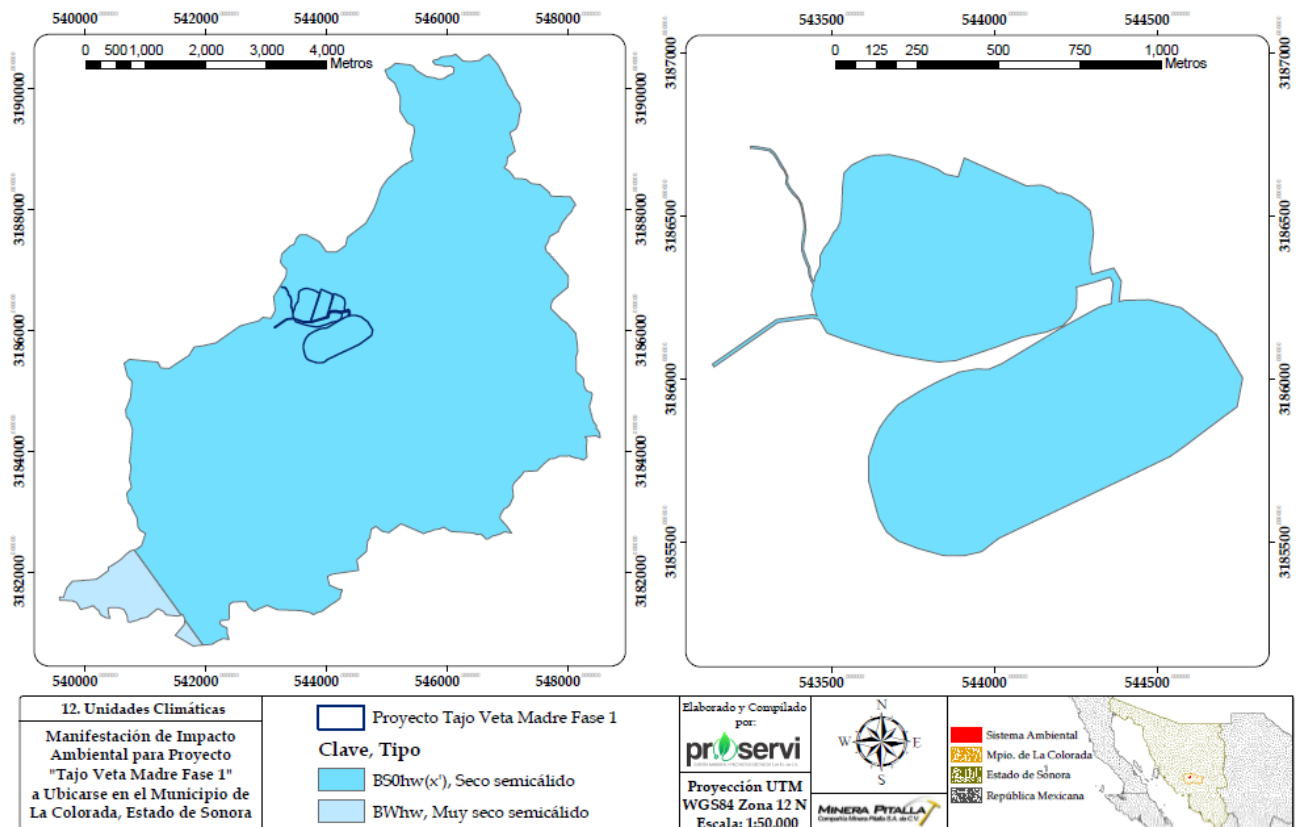


Figura IV. 1. Clima



**Tabla IV. 4.** Estación meteorológica

Estación Meteorológica	Clave	Posición		Altura
La Colorada	26046	28°48'07" N	110°34'36" W	390 msnm

**Tabla IV. 5.** Precipitación

Mes	Precipitación (mm)
Enero	19.6
Febrero	12.9
Marzo	8.7
Abril	2.2
Mayo	3.1
Junio	9.6
Julio	104.1
Agosto	87.5
Septiembre	51.5
Octubre	10.7
Noviembre	10.9
Diciembre	24.2
<b>Promedio</b>	<b>345</b>

Como se observa en la tabla anterior y figura siguiente, el mes que presenta más precipitación durante el año es julio con 104.1 mm, en contraste el mes más seco es abril con 2.2 mm, por lo que el régimen de lluvias es de verano, como se describió previamente. Asimismo, se presenta una precipitación acumulada de 345 mm con un promedio anual de 28.75 mm.

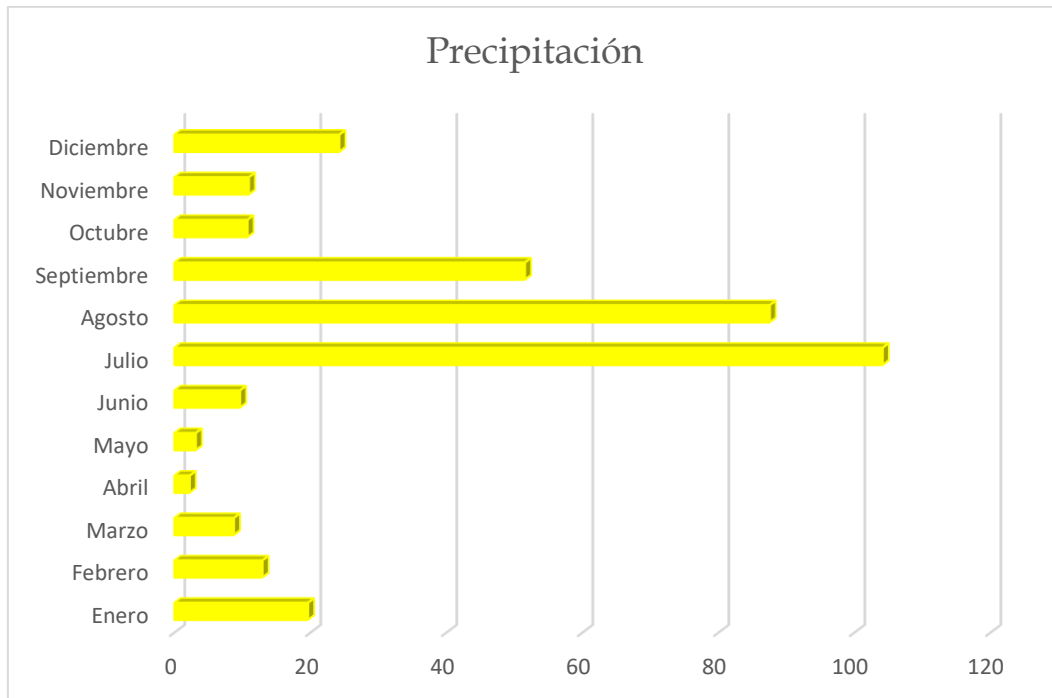


Figura IV. 2. Precipitación

Tabla IV. 6. Temperatura

Mes	Temperatura (t)
Enero	13.2
Febrero	14.6
Marzo	16.3
Abril	19.4
Mayo	22.9
Junio	27.1
Julio	28.1
Agosto	27.1
Septiembre	26.2
Octubre	22.5
Noviembre	17.1
Diciembre	13.6
<b>Promedio</b>	<b>20.7</b>

Para el caso de la temperatura esta oscila desde 13.2 °C como mínima en el mes de enero hasta 28.1 °C en el mes de julio, hay que hacer hincapié en que esta temperatura es media



en el mes por año. A continuación se muestra la gráfica donde se observan claramente el comportamiento de la temperatura a lo largo del año y se corroboran los datos mencionados.

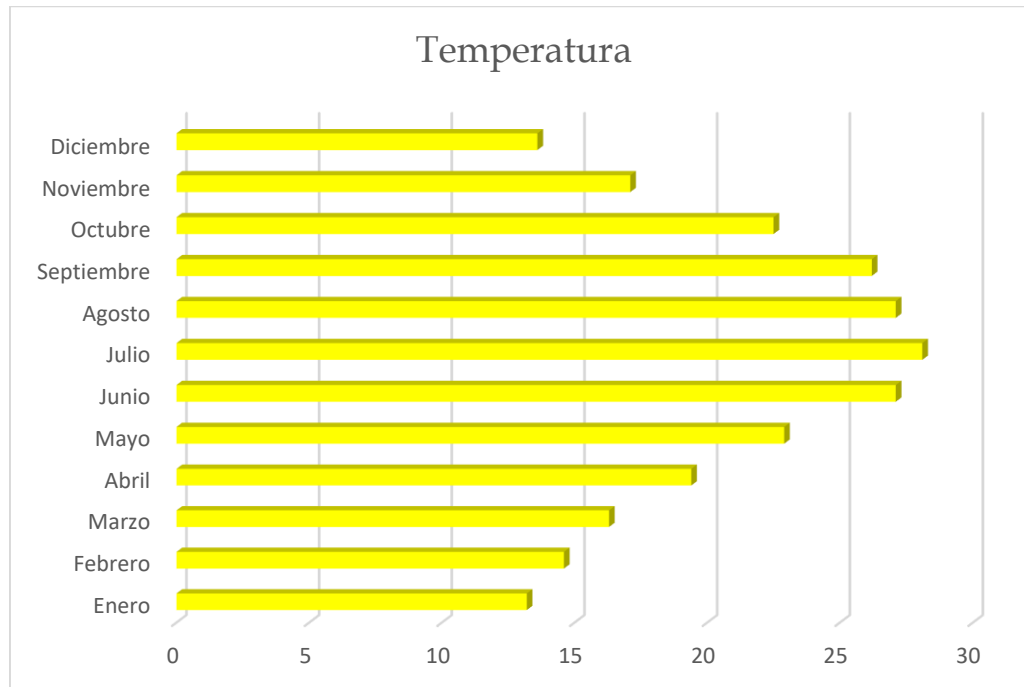


Figura IV. 3. Temperatura

Como se observa en la figura siguiente en el área de la microcuenca/sistema ambiental la probabilidad de ocurrencia de un huracán es baja, si ocurriera sería de categoría 1. De acuerdo con el CENAPRED, se han declarado en 4 ocasiones emergencia en la zona por presencia de Huracanes y/o Ciclones.

Tabla IV. 7. Incidencias de acuerdo al CENAPRED

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	26/11/2003	24/09/2003	24/09/2003	Huracán "Marty"
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	17/09/2007	05/09/2007	05/09/2007	Huracán Henriette
Desastre	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	01/10/2007	05/09/2007	05/09/2007	Huracán Henriette
Emergencia	Hidrometeorológico	Ciclón Tropical	22/10/2008	12/10/2008	12/10/2008	Huracán Norbert



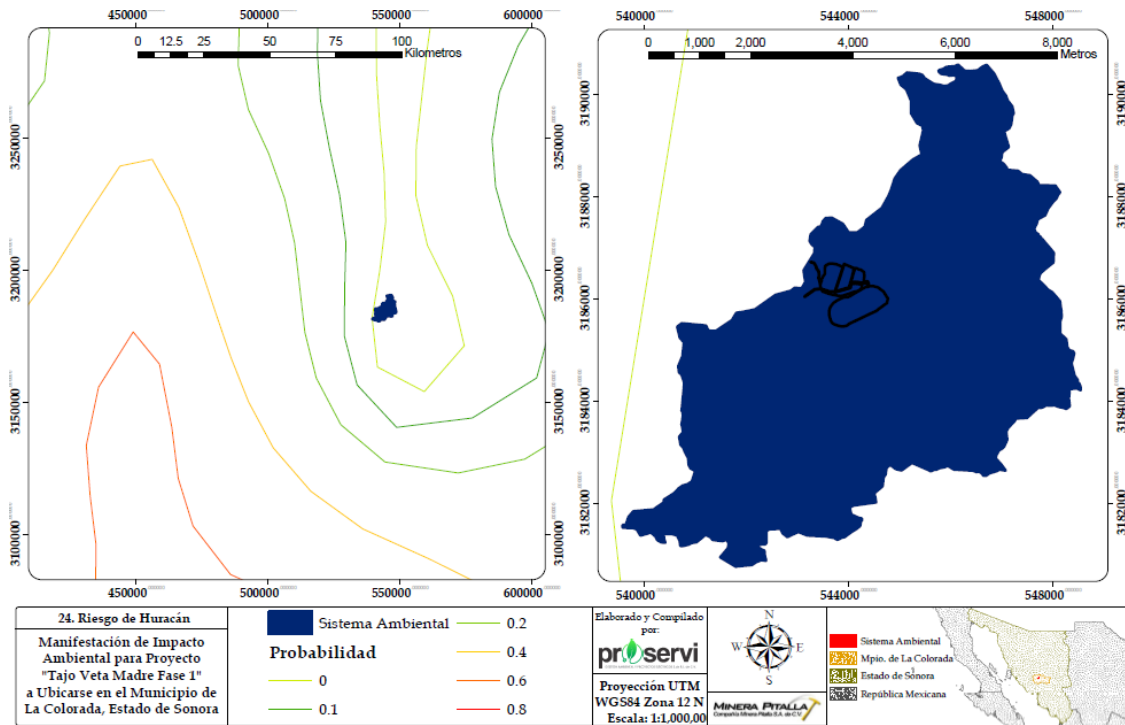


Figura IV. 4. Probabilidad de Huracán

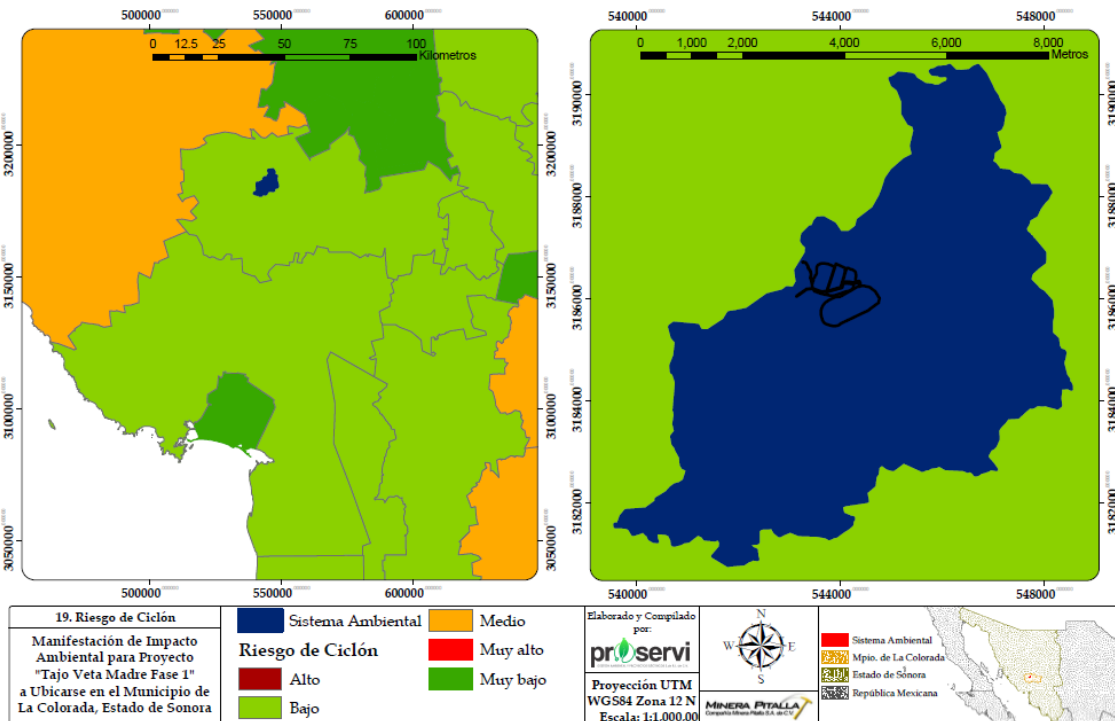


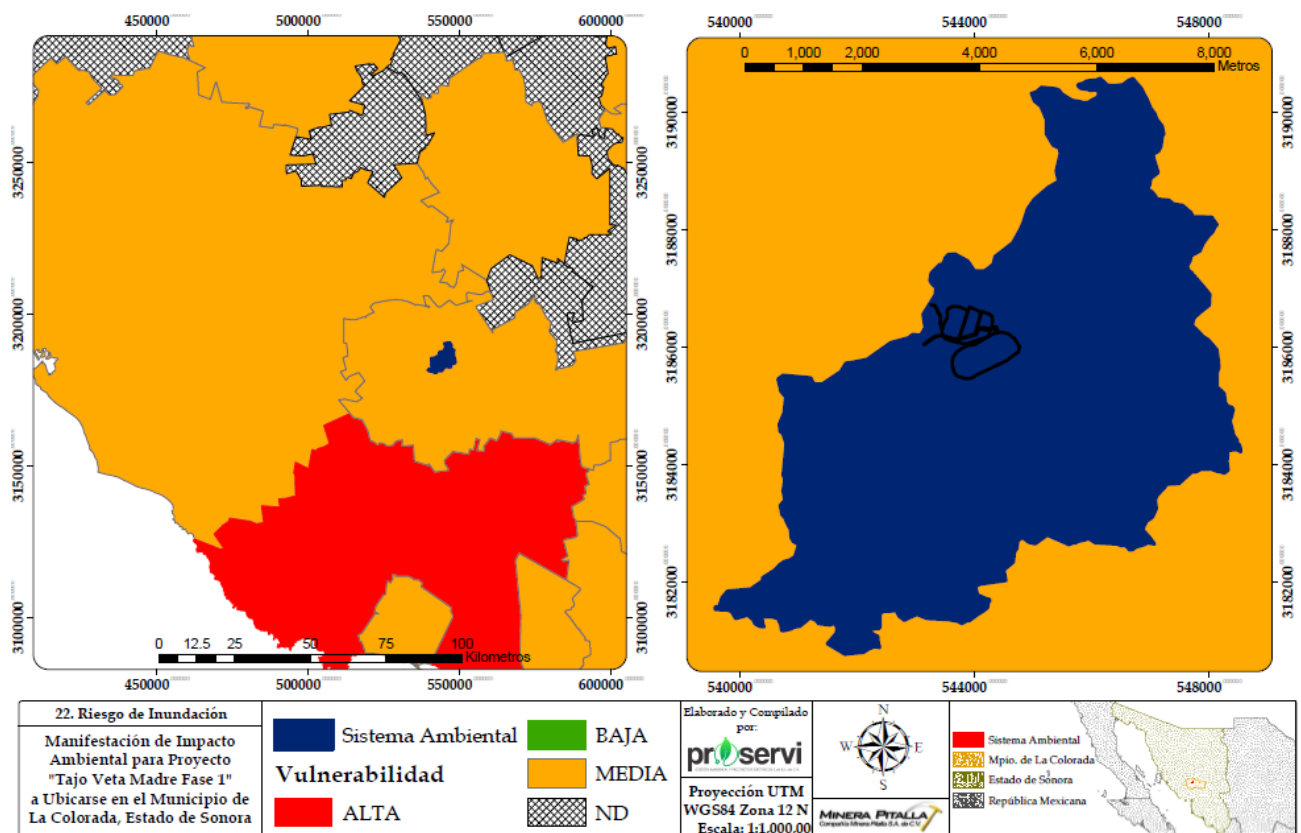
Figura IV. 5. Riesgo de ciclón



En el caso de riesgos de inundación para el área del proyecto se consideran como medios, sin embargo, se han registrado 2 declaraciones, una de emergencia y la otra de desastre, de Acuerdo al CENAPRED, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 8. Incidencias por lluvias**

Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Hidrometeorológico	Lluvias	23/10/2018	11/10/2018	12/10/2018	Lluvia severa e inundación pluvial
Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	25/10/2018	11/10/2018	12/10/2018	Lluvia severa e inundación pluvial



**Figura IV. 6. Riesgo de Inundación**

De acuerdo con la información disponible, el municipio de La Colorada se encuentra en una zona con medio riesgo de sequía, como se muestra en figura IV.7, asimismo de acuerdo con el Monitor de Sequía en México del Servicio Meteorológico Nacional, al 31 de



octubre de 2019, el municipio de La Colorada, se encuentra en la categoría D0, Anormalmente Seco.

**Anormalmente Seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

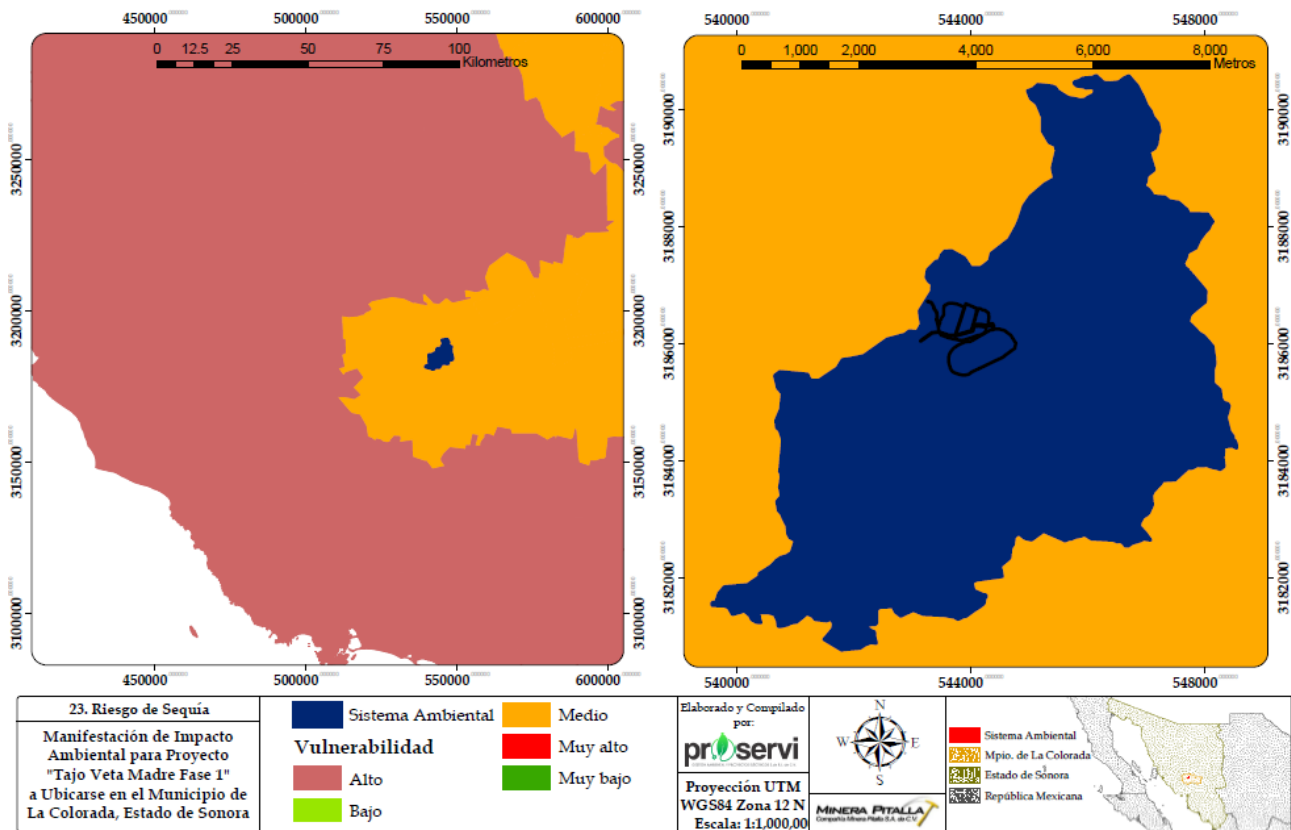


Figura IV. 7. Riesgo de Sequía

Para el área, se ha declarado desastre por Sequía prolongada y atípica el 10 de abril de 2001, de acuerdo con información del CENAPRED.

#### **IV.2.2. Fisiografía**

Para la descripción de la fisiografía del sistema ambiental se apoya en la información proporcionada por INEGI a través de su Base de Datos Geográficos, del Diccionario de Datos Fisiográficos, de acuerdo a lo anterior, la microcuenca se encuentra ubicada totalmente en la provincia fisiográfica Llanura Sonorense, ocupa la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses, es esta última se ubica la totalidad del proyecto.

La provincia fisiográfica **Llanura Sonorense** se ubica al noreste de México; aunque la mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora, políticamente se extiende por los estados de Baja California y Sonora.

**Delimitación:** Limita al Norte con Estados Unidos; al Este, tiene límites con la provincia de la Sierra Madre del Occidente; por el Sur, limita con la provincia de la Llanura Costera del Pacífico; y en la porción Oeste, limita con la Provincia de la Península de Baja California y el Golfo de California.

**Características Fisiográficas:** Desde el punto de vista geográfico esta provincia forma una franja con orientación Noroeste - Sureste paralela a la costa. En ella se encuentra la discontinuidad de la Sierra del Pinacate, la cual posee alturas que varían de los 75 a los 1,190 msnm. Está caracterizada por un paisaje con una serie de cráteres y mesetas de origen volcánico. Incluye parte de las subprovincias de: Desierto de Altar, Sierra del Pinacate y parte de la de Sierras y Llanuras Sonorenses.

Para su Estudio la Llanura Sonorense se han definido 3 subprovincias fisiográficas denominadas:

- Desierto de Altar,
- Sierra del Pinacate,
- Sierras y Llanuras Sonorense

La subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses comprende 81,661.40 km<sup>2</sup> y dentro de esta se encuentra comprendido todo el territorio del municipio de La Colorada. La llanura está formada por sierras bajas separadas por llanuras. Estas sierras son más elevadas (700 a 1400 msnm) y más estrechas (rara vez más de 6 km de ancho) en el oriente, y más bajas (700 msnm o menos) y más amplias que 6 km en el occidente.





A continuación, se muestra una lista completa de las Subprovincias Fisiográficas en la Llanura Sonorense con sus respectivos municipios.

**Tabla IV. 9.** Subprovincias de Llanura Sonorense

Subprovincias Llanura Sonorense		
Subprovincia Fisiográfica	Estado	Municipios
Desierto De Altar	Baja California	Ensenada, Mexicali, Tecate.
	Sonora	Caborca, General Plutarco Elías Calles, Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado.
Sierra Del Pinacate	Sonora	General Plutarco Elías Calles, Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado.
Sierras Y Llanuras Sonorenses	Sonora	Ímuris, Átil, Altar, Benjamín Hill, Bácum, Caborca, Cajeme, Carbó, Cucurpe, Empalme, General Plutarco Elías Calles, Guaymas, Hermosillo, La Colorada, Magdalena, Mazátan, Nogales, Opodepe, Oquitoa, Pitiquito, Puerto Peñasco, Quiriego, Rayón, San Luis Río Colorado, San Miguel de Horcasitas, Santa Ana, Sáric, Suaqui Grande, Trincheras, Tubutama, Ures, Villa Pesqueira.

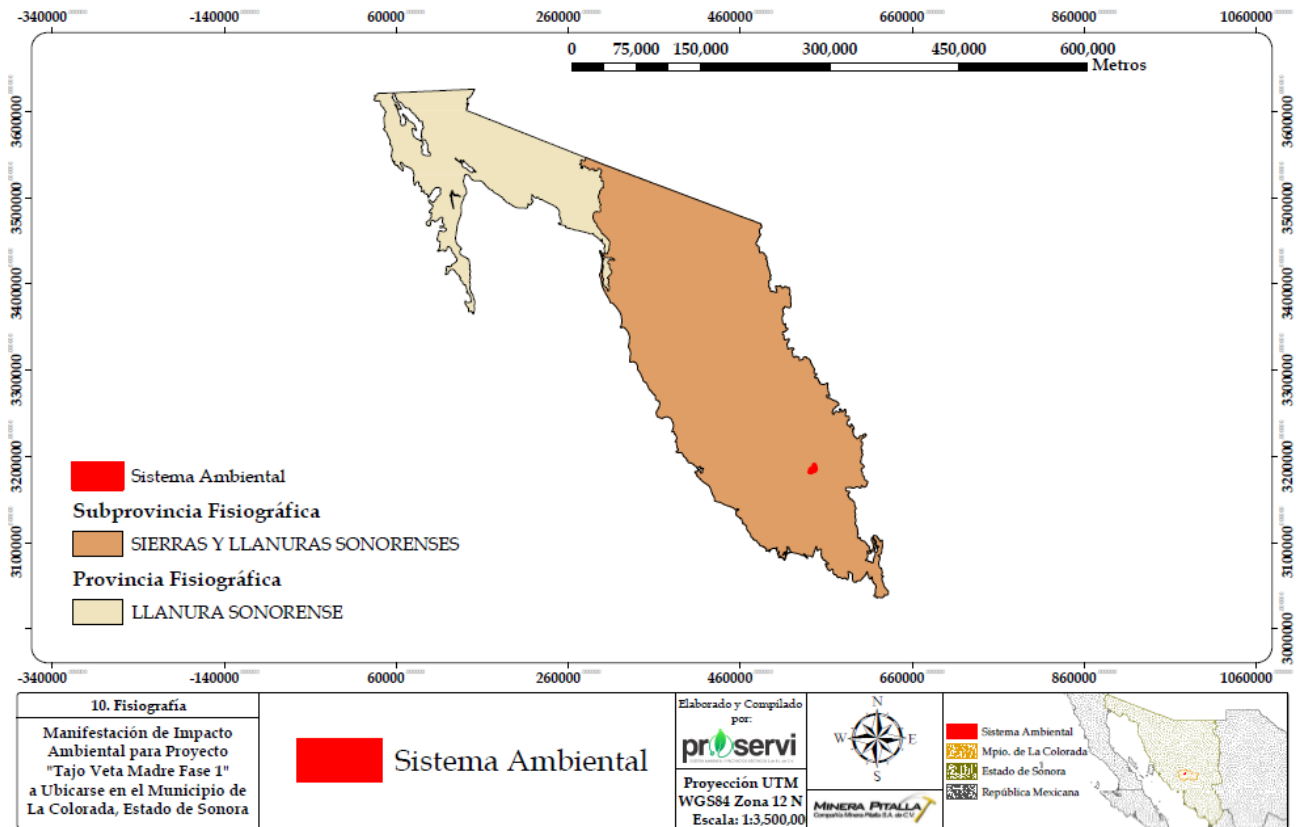


Figura IV. 8. Fisiografía

### IV.2.3. Geología y Geomorfología.

#### IV. 2.3.1. Geología

La geología del sistema ambiental cuenta con las siguientes características:

Era: Mesozoico

Clase: Ígnea intrusiva

Tipo: Ígnea intrusiva ácida

**Roca Ígnea intrusivas ácida**, son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión.



Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, el hipo abisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

Era: Mesozoico

Clase: Sedimentaria

Tipo: Lutita-Arenisca

Las rocas sedimentarias son las que se han producido como consecuencia de fenómenos de alteración, transporte y sedimentación sobre cualquier tipo de roca anterior, por lo tanto, los minerales que las componen pueden ser los mismos que existían en la roca anterior después de haber sufrido disgregación física, transporte y sedimentación, o bien pueden ser minerales formados por alteración química de otras preexistentes, que son los que se denominan minerales de alteración.

En las areniscas el cemento o matriz representa menos del 15 por ciento del total del material. Atendiendo a la composición mineralógica de las partículas, mayores de 50 micrómetros, distinguiendo porcentajes de cuarzo, feldespato y otros minerales y fragmentos de roca.

Era: Cenozoico

Clase: Sedimentaria

Tipo: Conglomerado

El conglomerado es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada mayormente por clastos redondeados tamaño grava o mayor a 2 mm. Dichos clastos pueden corresponder a cualquier tipo de roca. Un tipo de roca similar son las brechas pero estas se distinguen de los conglomerados por estar compuestas de clastos angulosos. Los conglomerados componen menos del 1% de las rocas sedimentarias del mundo en cuanto refiere su peso.

Los conglomerados se pueden subdividir en dos tipos, los que cuentan con un alto grado de escogimiento, de una litología (tipo de roca) limitada y con poca matriz y los conglomerados con poco escogimiento, más heterogéneos en cuanto a su litología y abundante matriz. El primer tipo se origina de la deposición en cursos de agua mientras



que el segundo tipo se origina de movimientos de masa. Características del conglomerado son:

- Heterogénea
- Compuesta por otros granos que son rocas que la constituyen
- No está dispuesta en láminas como la pizarra
- Los conglomerados originados a partir de till, se denomina tillita.

Era: Paleozoico

Clase: Sedimentaria

Tipo: Caliza

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayormente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), en general la calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) y otros carbonatos. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita:

Menos dura que el cobre y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico.

En el ámbito de las rocas industriales o de áridos para la construcción, recibe también el nombre de piedra caliza. Junto a las dolomías y las margas, las calizas forman parte de lo que se conoce como rocas carbonáticas o calcáreas. Si se calcina (se lleva a altas temperaturas), la caliza da lugar a la Cal (Óxido de calcio impuro,  $\text{CaO}$ ).



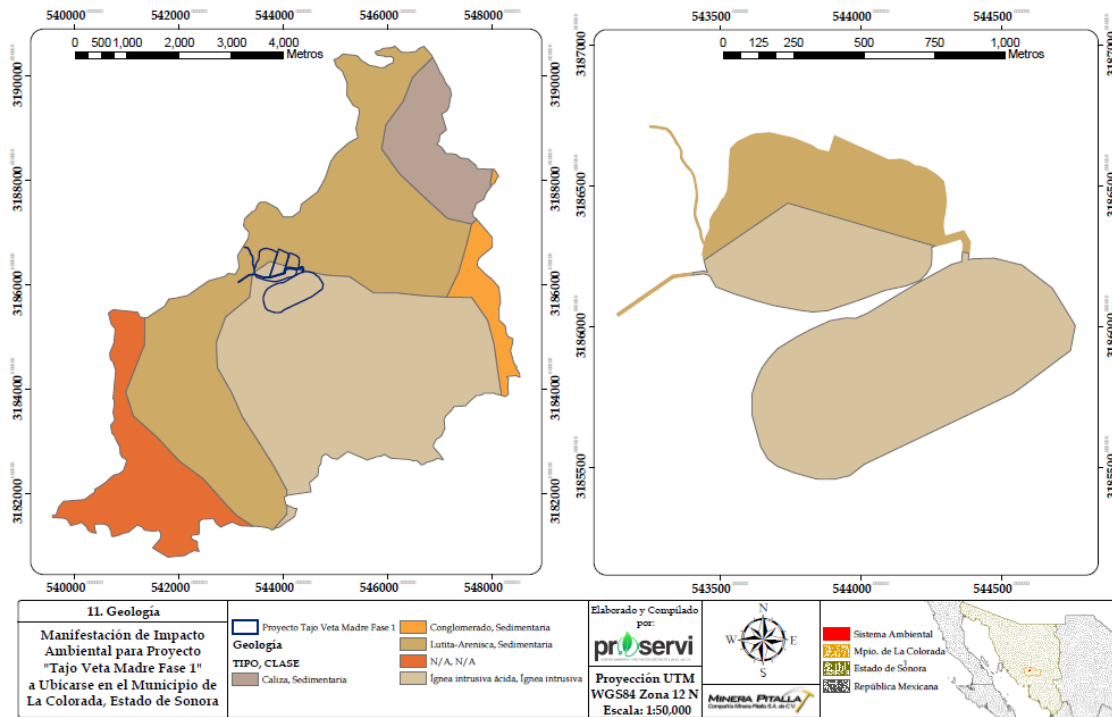


Figura IV. 9. Geología

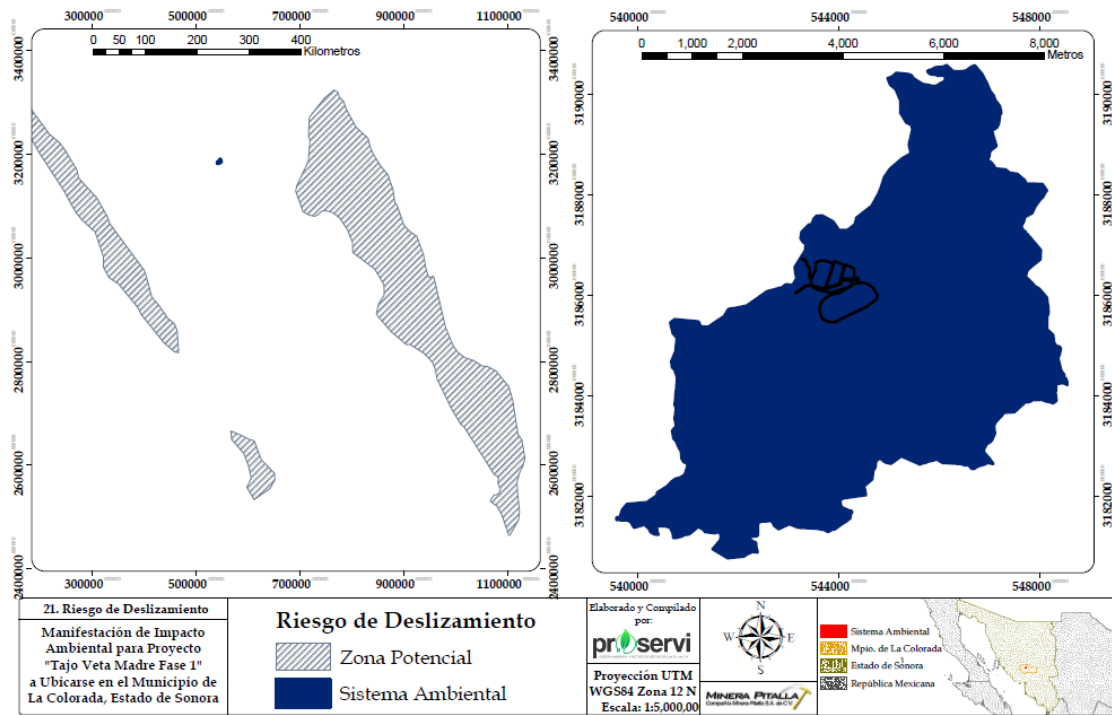


Figura IV. 10. Riesgo de deslizamiento



El área del proyecto se encuentra fuera de áreas susceptibles de deslizamiento, por lo que el riesgo de movimiento de tierras es muy bajo, tal como se muestra en la figura III.10.

#### **IV. 2.3.2. Geología histórica**

La era paleozoica, el Paleozoico, el Primario o la era primaria es una división de la escala temporal geológica que pertenece al eón Fanerozoico; dentro de este, el Paleozoico precede al Mesozoico. De más de 290 millones de años (m.a.) de duración, se inició hace 541 millones de años y acabó hace unos 252 millones de años. Su nombre procede del griego «palaio/παλαιο» («viejo») y «zoe/ζωη» («vida»), que significa «vida antigua».

Geológicamente, el Paleozoico se inicia poco después de la desintegración del supercontinente Pannotia y acaba con la formación del supercontinente Pangea. Durante la mayor parte de la era, la superficie de la Tierra se divide en un número relativamente pequeño de continentes.

El Paleozoico abarca desde la proliferación de animales con concha o exoesqueleto hasta el momento en que el mundo empezó a ser dominado por los grandes reptiles y por plantas relativamente modernas, como las coníferas.

La Era Mesozoica, Mesozoico o Era Secundaria, conocida zoológicamente como la era de los dinosaurios o botánicamente como la era de las cícadas, es una división de la escala temporal geológica que pertenece al eón Fanerozoico; dentro de este, el Mesozoico sigue al Paleozoico y precede al Cenozoico, de ahí su nombre, que procede del griego μέσο (Meso) que significa "entre", y ζῷον (Swov), que significa "de los animales" que significa "vida intermedia". Se inició hace 251 millones de años y finalizó hace 66 millones de años.

La era Cenozoica es la era geológica que se inició hace unos  $65,5 \pm 0,3$  millones de años y que se extiende hasta la actualidad. Durante este período se destaca el plegamiento Andino-Alpino y una gran actividad volcánica. Este plegamiento dio origen a las cordilleras de los Andes en América del Sur, Rocallosas en América del Norte, Alpes y Apeninos en Europa, Atlas en África e Himalaya en Asia. Durante estos 186 millones de años no se produjeron grandes episodios orogénicos. Pangea se fragmenta gradualmente y los continentes van desplazándose hacia su posición actual. El clima fue excepcionalmente cálido durante todo el período, desempeñando un papel importante en la evolución y la diversificación de nuevas especies animales.



Desde el Sur de Caborca hasta el Noroeste del Estado, afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias del Precámbrico. El Paleozoico por lo general está representado por calizas, ortocuarcitas y dolomías metamorizadas. El Mesozoico por calizas y rocas detríticas de ambientes marino y continental; además de volcánicas (con predominio de composición andesítica) e ígneas intrusivas (granitos y granodioritas) que son las de mayor distribución en el Desierto Sonorense. Del Cenozoico se encuentran rocas volcánicas, entre las que predominan las de composición ácida. Los afloramientos de conglomerados del Terciario tienen también una amplia distribución; sin embargo, la mayor parte de esta provincia se encuentra cubierta por depósitos sin consolidar del Cuaternario, localizados en las llanuras y bajadas.

El país está dividido en 4 regiones sísmicas, la microcuenca de estudio se encuentra dentro de la región B, la cual es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

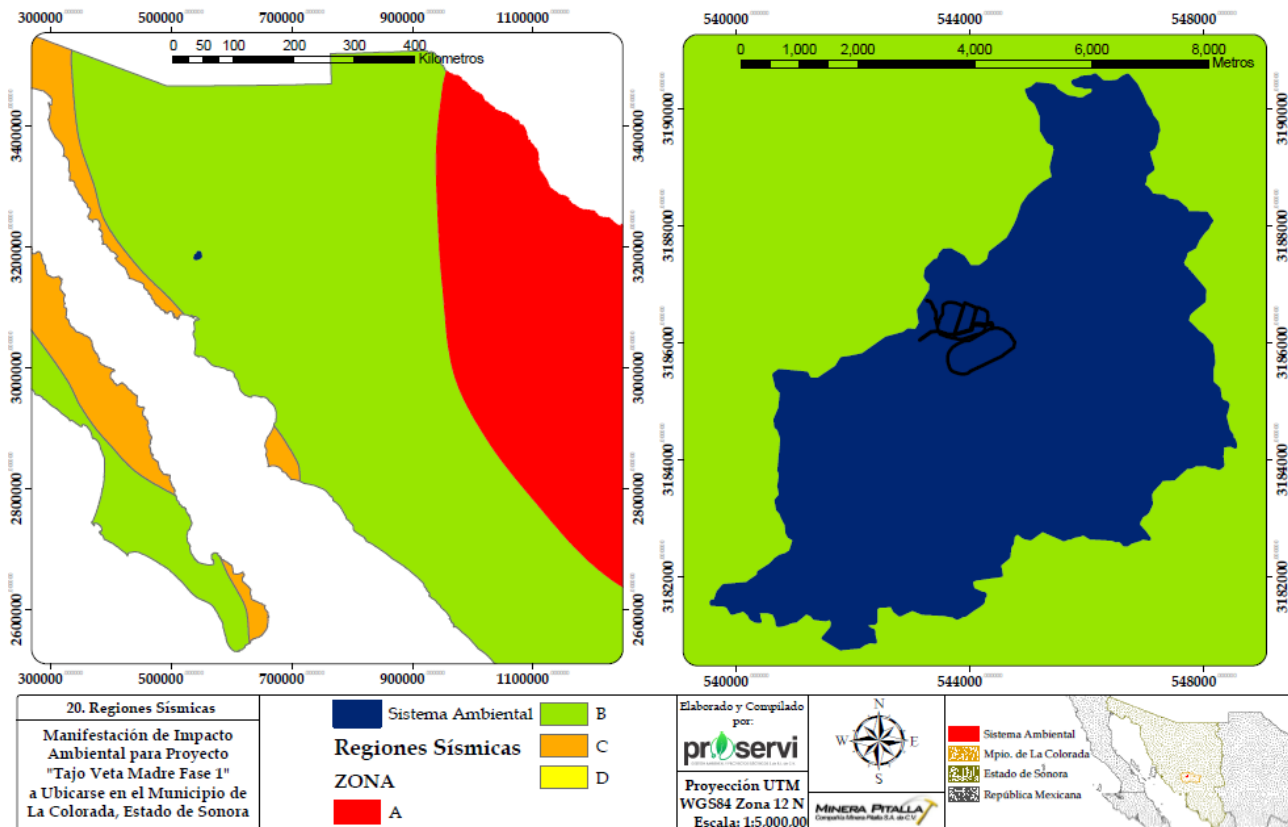


Figura IV. 11. Regiones Sísmicas

#### IV. 2.3.3. Geomorfología

El relieve tiende a ser uniforme; en su mayor parte está representado por lugares planos (vasos lacustres). Existe sierra escarpada y bajada con lomeríos, pero solo cubren una porción relativamente reducida de la microcuenca y corresponden a montañas y lomeríos de bloque con disección, con una diferencia altitudinal de 362 m entre el punto más alto de la microcuenca y el más bajo, sin embargo, en los apartados siguientes, se describe con más detalle.

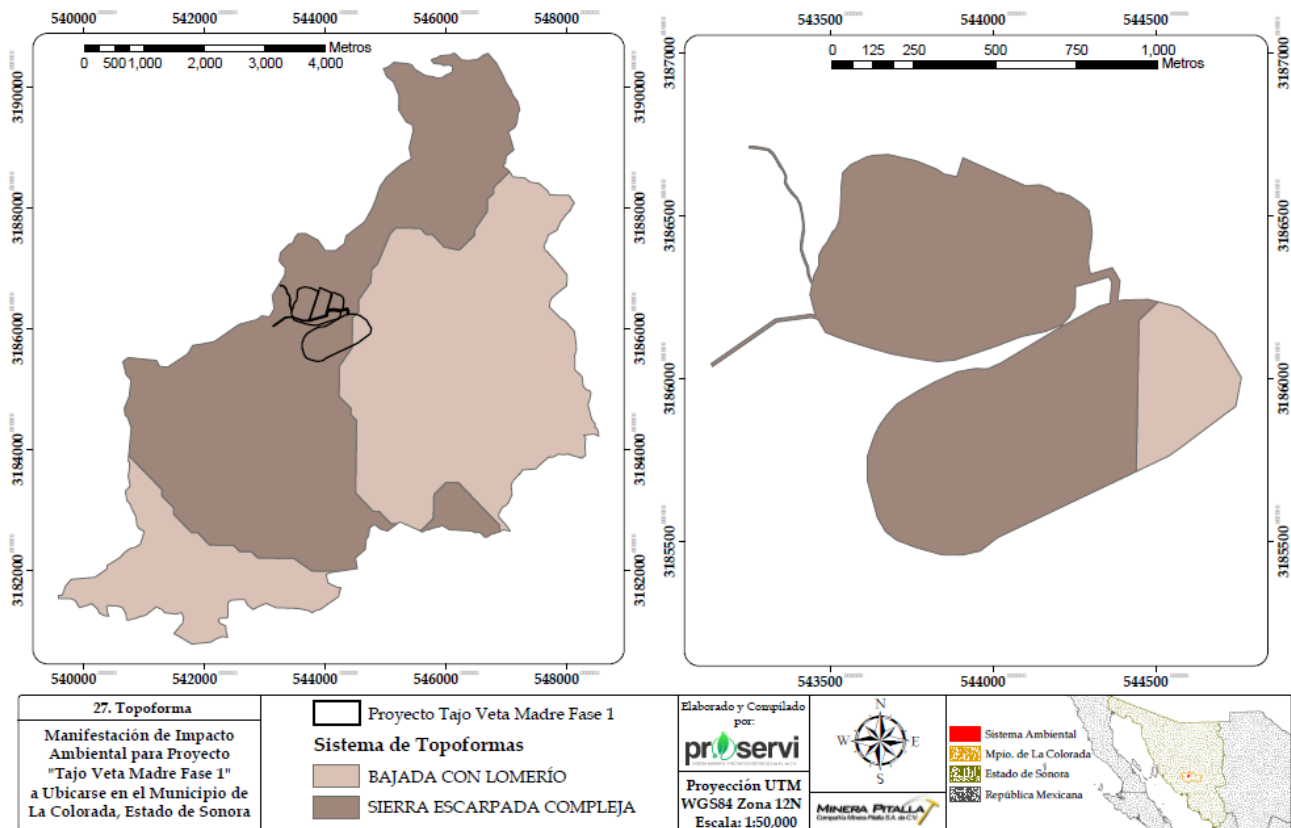


Figura IV. 12. Topografía

#### IV. 2.4. Topografía

El sistema ambiental presenta rangos altitudinales que van desde 349 msnm hasta 711 msnm con una diferencia de altitud de 362 m en un área total de 42.263908 km<sup>2</sup>, información a partir de la cual se define un grupo topográfico dado a partir de los valores de disección vertical: y este presenta una disección vertical de colinas ligeramente diseccionadas en un rango de 0-8.5 m/km<sup>2</sup>.





Los rangos altitudinales en el área del proyecto van desde los 436 msnm a 500 msnm, con una diferencia altitudinal de 64 metros, como se observa en figura IV.13.

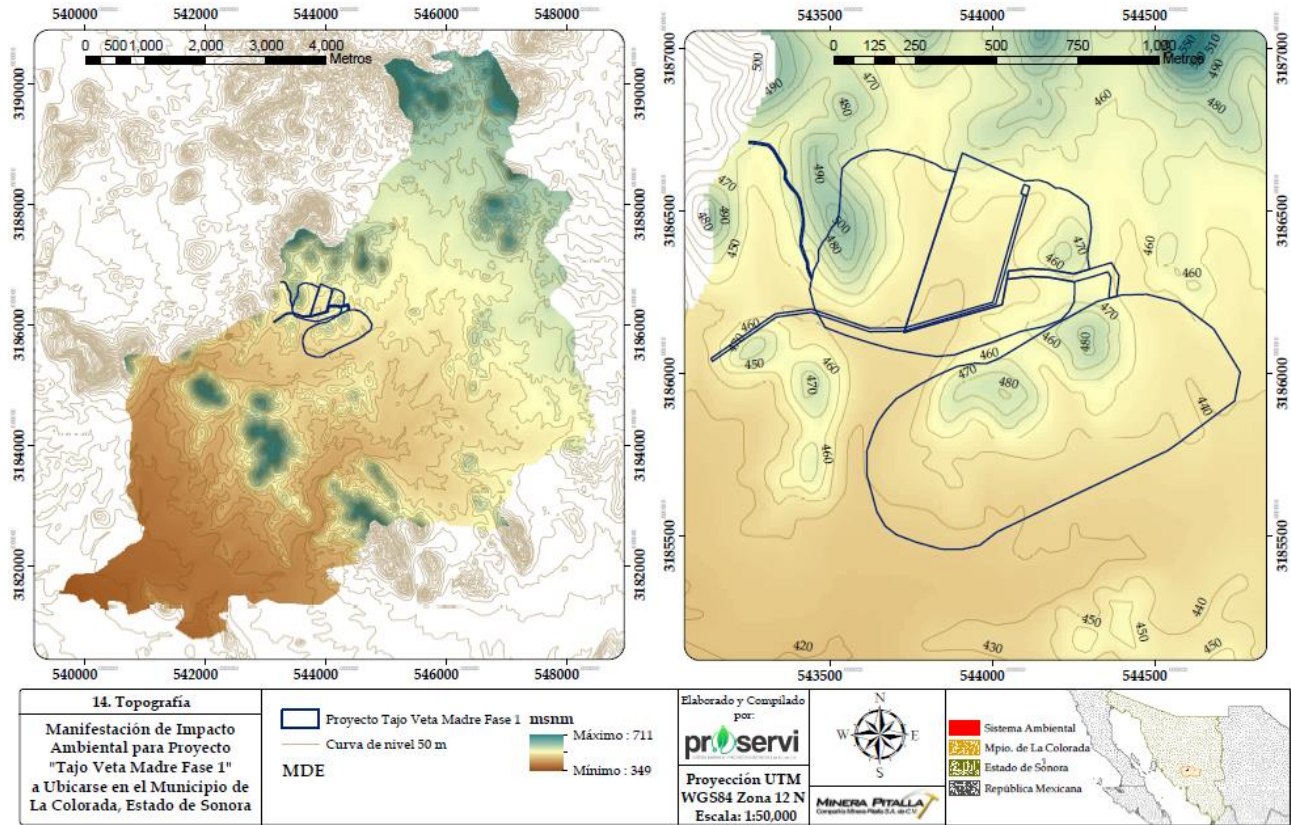


Figura IV. 13. Topografía

#### IV. 2.4.1. Exposición

En la tabla IV.10 se muestra el tipo de exposición, área y porcentaje respectivamente. La exposición es importante puesto que crea diversos microclimas con influencia directa sobre la flora, algunos factores que influyen en la creación de estos microclimas son: la temperatura, la humedad relativa del aire, la humedad del suelo, la evaporación. En el sistema ambiental se encuentran los siguientes valores de exposición.

Tabla IV. 10. Exposiciones para el sistema ambiental

Orientación	Área ha	Porcentaje
Cenital	863.40335	20.43 %
Norte	724.05952	17.13 %
Este	883.06188	20.89 %



Orientación	Área ha	Porcentaje
Oeste	1,186.02313	28.06%
Sur	569.84295	13.48%
	4,226.39083	100.00%

Las exposiciones Norte y Este (Figura IV.14) tienden a guardar más la humedad puesto que la temperatura se mantiene más baja en comparación a la Sur y Oeste lo que propicia el crecimiento de vegetación con mayor requerimiento de humedad. En este caso dominan las exposiciones oeste y este, con dominancia de la primera.

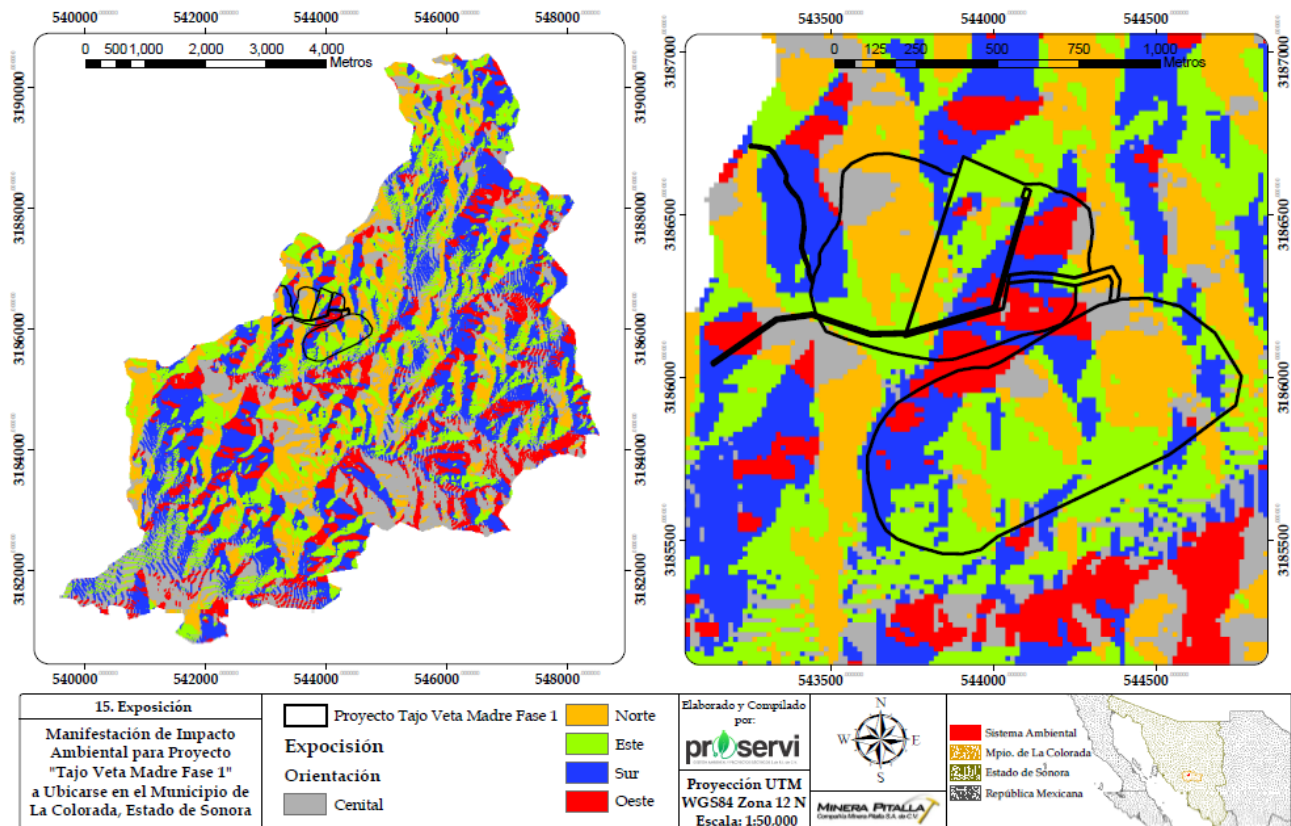


Figura IV. 14. Exposición

Las exposiciones en el área del proyecto se calcularon para los cuatro puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste). En la siguiente tabla se muestran las superficies para cada exposición dentro del área de afectación, encontrándose con exposiciones en el área del proyecto para las cuatro exposiciones Norte, Este, Sur y Oeste.

**Tabla IV. 11.** Exposiciones en el área del proyecto

Orientación	Área ha	Porcentaje
Cenital	7.970671	8.23%
Norte	24.754576	25.56%
Este	31.501729	32.52%
Oeste	22.607046	23.34%
Sur	10.025051	10.35%
	96.859073	100.00%

Para el área del proyecto, la exposición predominante es la exposición este con un 32.52% de la superficie total del área del proyecto, seguida de la norte con un 25.56%, la exposición oeste con un 23.34%, y la exposición sur con un 10.35%, finalmente la cenital ocupa el 8.23% del total de la superficie del área del proyecto.

#### IV. 2.4.2. Pendientes

En este apartado se realizará un análisis del parámetro pendiente (tabla IV.12 y figura IV.15) presentes en la microcuenca.

- Mínima: 0°
- Máxima: 45. 37°
- Media: 6. 24°

**Tabla IV. 12.** Clasificación de pendientes

Rango de Pendiente	Área total (Ha)	Porcentaje
0 a 5	2,679.39087	63.40%
5 a 15	652.50173	15.44%
15 a 30	844.64537	19.99%
>30	49.85287	1.18%
	4,226.39083	100.00%

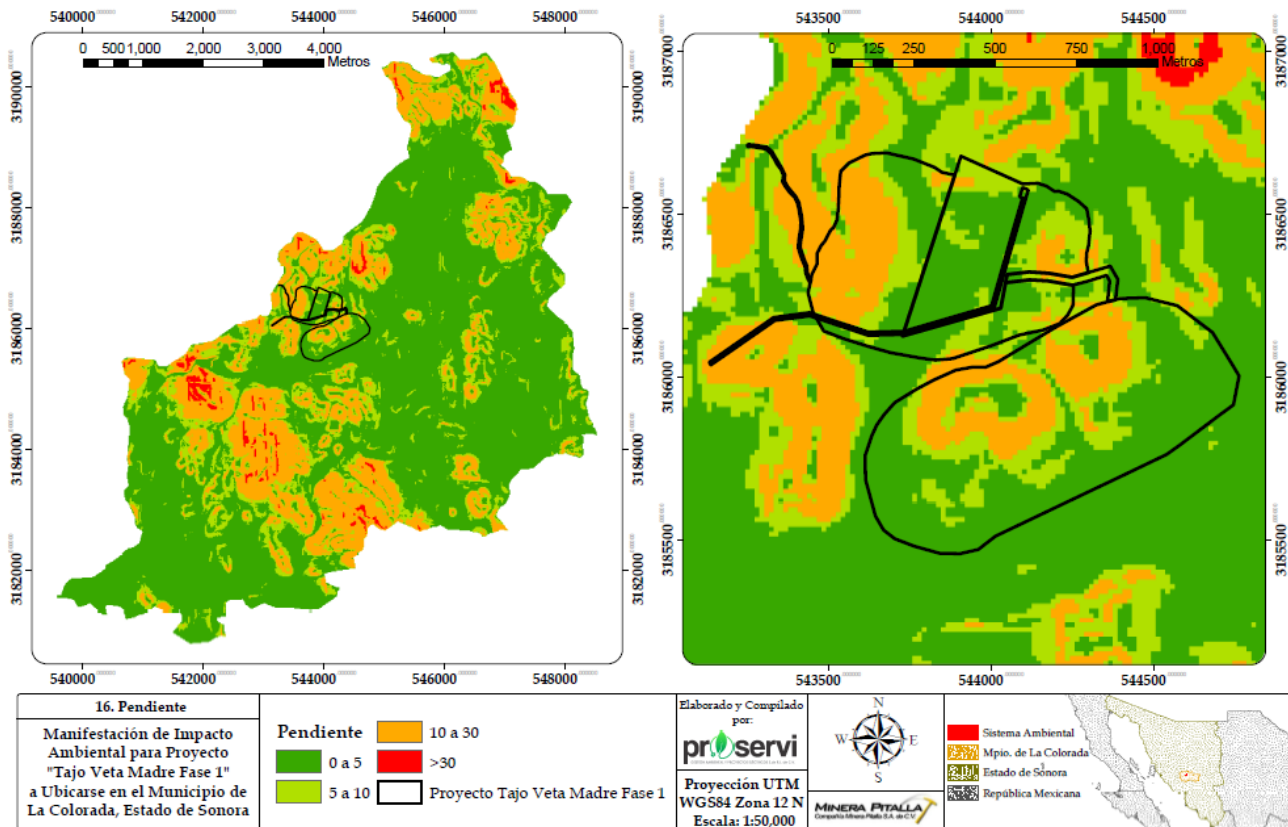
Como se observa en la tabla anterior las pendientes dominantes en la microcuenca son las planas, predominando el rango de 0 a 5, con una media de 6.24



En cuanto a las pendientes presentes en el área del proyecto, están en un rango de 0° hasta 30° grados, predominando las pendientes de 0° a 5° con una superficie de 49.219074 ha con un 51% (Figura IV.15 y Tabla IV.13).

**Tabla IV. 13.** Pendientes en el área del proyecto

Pendiente sistema ambiental	Superficie (ha)	Porcentaje
0 a 5	49.219074	51%
5 a 10	24.747354	26%
10 a 30	22.892645	24%
<b>Total general</b>	<b>96.859073</b>	<b>100%</b>



**Figura IV. 15.** Pendiente

#### IV. 2.5. Suelo

Dentro del sistema ambiental (figura IV.16) se pueden encontrar distintos tipos de suelos, los mismos se mencionan a continuación y se describen de acuerdo con la clasificación de suelos FAO 2014:



### **Descripción resumida de Calcisoles**

Los Calcisoles integran suelos con una sustancial acumulación de carbonatos secundarios. Los Calcisoles están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. Muchos Calcisoles anteriormente han sido llamados Suelos de Desierto.

**Connotación:** Suelos con una acumulación sustancial de carbonatos secundarios; del latín calx, cal.

**Material parental:** Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

**Medio ambiente:** De tierras llanas a montañosas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros.

**Desarrollo del perfil:** Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial de color pardo claro; una sustancial acumulación de carbonatos secundarios se produce dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

### **Descripción resumida de Leptosoles**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosols incluyen a los Lithosols del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981), subgrupos Lithic del orden Entisol (Estados Unidos de América), Leptic Rudosols o Tenosols (Australia), y Petrozems y Litozems (Rusia). En muchos sistemas nacionales y en el Mapa de Suelos del Mundo, los Leptosols sobre rocas calizas pertenecen a las Rendzinas y sobre otras rocas a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no-suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

**Connotación:** Suelos delgados; del griego leptos, delgado.

**Material parental:** Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.



**Medio ambiente:** Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas. Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

### **Descripción resumida de Regosoles (RG)**

Los Regosoles son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte mólico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosoles), ni con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Muchos Regosoles se correlacionan con taxas caracterizadas por una incipiente formación del suelo.

**Connotación:** Suelos poco desarrollados en material no consolidado, del griego rhexos, manto.

**Material parental:** Material no consolidado, generalmente de grano fino.

**Medio ambiente:** En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.

**Desarrollo del perfil:** No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

### **Descripción resumida de Fluvisoles**

Los Fluvisoles contienen suelos genéticamente jóvenes en depósitos fluviales, lacustres o marinos. A pesar de su nombre, los Fluvisoles no se restringen a sedimentos fluviales (latín, *fluvi*, río); también aparecen en depósitos marinos y lacustres.



**Connotación:** Suelos desarrollados en depósitos fluviales; del latín *fluvi*, río.

**Material parental:** Predominantemente depósitos recientes fluviales, lacustres y marinos.

**Medio ambiente:** Llanuras de ríos y abanicos fluviales, valles, depresiones lacustres y marismas en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; no hay agua freática ni alto contenido de sales en el suelo superficial; muchos Fluvisoles en condiciones naturales se inundan periódicamente.

**Desarrollo del perfil:** Perfiles con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes, pero puede tener presente un horizonte superficial diferente.

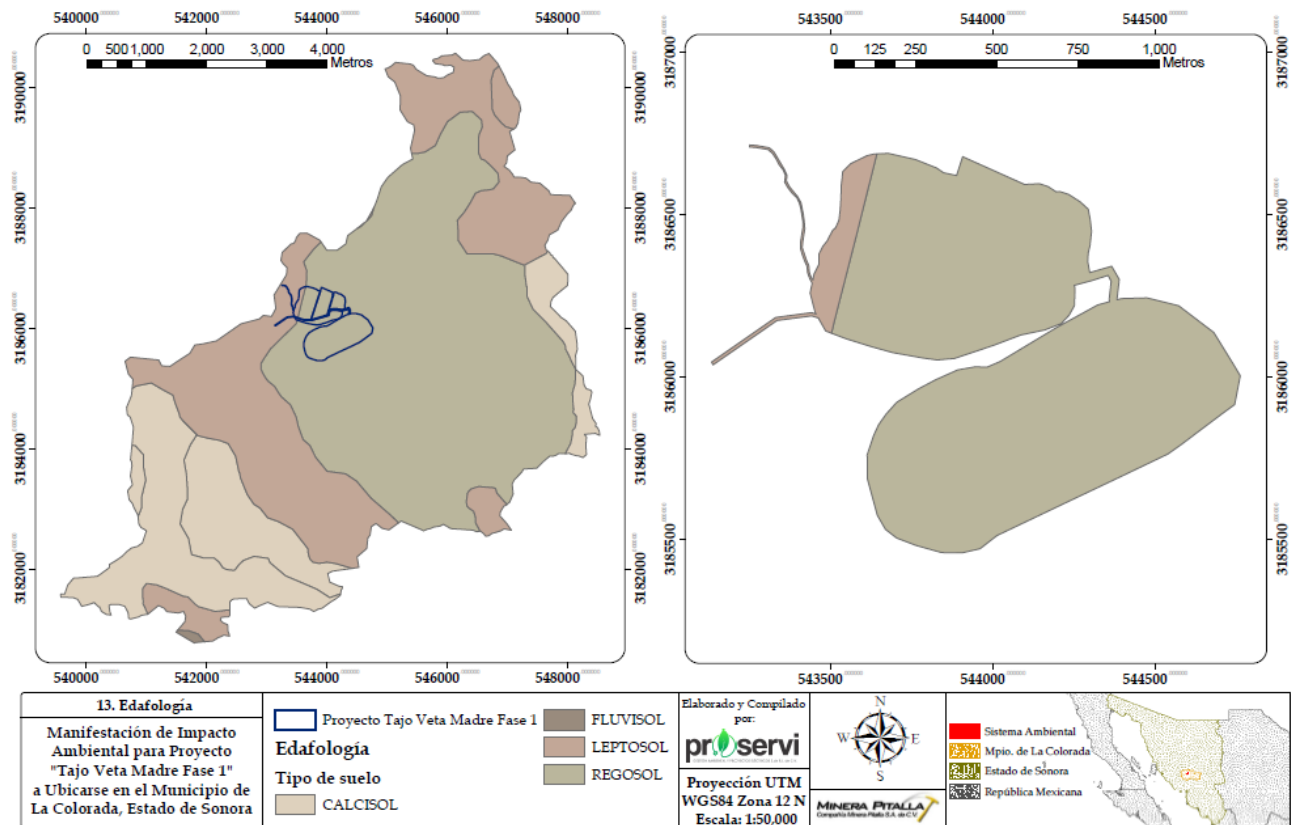


Figura IV. 16. Tipo de suelo

#### IV. 2.5.1. Degradación y pérdida de suelo

La microcuenca/sistema ambiental está sujeta a procesos naturales de erosión, propios de la orografía, relieve, y clima, es decir al interperismo propio del sitio, sin embargo, este



proceso natural se ve modificado por la presencia de actividades antropogénicas. A continuación, se describe el panorama de degradación y pérdida del suelo.

La preocupación e importancia de la degradación de los suelos se debe a la pérdida y deterioro de la calidad de los servicios ambientales que se obtienen de él, siendo quizá los más importantes la producción de alimentos y la captación de agua. El problema de la degradación y de la pérdida de productividad de los suelos se extiende, en muchos casos, más allá de las afectaciones a este recurso, cuando zonas con coberturas forestales o de otros ecosistemas naturales se transforman a campos de cultivo, con lo cual, además de los daños a la biodiversidad, se producen grandes pérdidas de carbono orgánico del suelo y, por ende, la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera aumentan.

La tasa y magnitud de la erosión hídrica están controladas principalmente por la intensidad de la lluvia, la erodabilidad propia de los suelos, la pendiente del terreno y la cubierta vegetal. Estos factores, combinados con el manejo inadecuado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, provocan la pérdida de suelo superficial.

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. La erosión eólica se produce, pues, en zonas áridas, como los desiertos y la alta montaña. Estos tienen además otra característica imprescindible: las grandes diferencias de temperaturas. Esto hace que la roca se rompa y la erosión eólica pueda actuar con mayor eficacia.

El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactas y duras es limitada. Si la superficie está constituida por roca dura, el viento es incapaz de provocar cambios apreciables debido a que la fuerza cohesiva del material excede a la fuerza ejercida por el viento. Únicamente en aquellos lugares en donde la superficie expuesta contiene partículas minerales sueltas o poco cohesivas, el viento puede manifestar todo su potencial de erosión y transporte. La velocidad determina la capacidad del viento para erosionar y arrastrar partículas, pero también influye el carácter de los materiales, la topografía del terreno, la eficacia protectora de la vegetación, etc.





Para determinar el nivel de degradación que puede producir el proyecto se hizo un análisis de la pérdida de suelo estimando la pérdida de suelo actual y después de realizar el proyecto, la siguiente ecuación involucra factores claves para hacer la valoración del impacto.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978):

$$A = R K L S C P$$

Donde:

- **A**= Pérdida de suelo (ton/ha/año)
- **R**=Erosividad de la lluvia (MegaJoules mm/ha hr año)
- **K**=Erosionabilidad del suelo (ton/hr/MJ mm)
- **L**= Factor por longitud de pendiente (adimensional)
- **S**= Factor por grado de pendiente (adimensional)
- **C**= Factor por cubierta vegetal (adimensional)
- **P**= Factor por prácticas de manejo (adimensional)

La siguiente ecuación se realizó principalmente, utilizando como guía el libro Predicción de Riesgo a la Erosión hídrica publicado por el INIFAP en 2007, apoyándose en los datos Vectoriales de INEGI y se integró a un SIG usando como software ArcMap 10.5 de la siguiente manera:

### Factor R

1. Para la obtención del factor R se tomaron los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica La Colorada No. 26046, la cual se ubica en el poblado de La Colorada.

Se utilizó la fórmula de la región 6 obtenida del cuadro 3. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes zonas de México, INIFAP (2007), estos datos se ingresan a *Raster Calculator* de ArcMap 10.5 en donde se multiplica por la precipitación media del sistema ambiental que es de 345 mm. La fórmula que se utilizó para el sistema ambiental que se delimitó fue la siguiente:

$$Y = 6.68471x + 0.00168x^2$$



Cuadro 3: Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

REGIÓN	ECUACIONES	
	Y = EI <sub>30</sub> ; x = lluvia anual	R <sup>2</sup>
1	Y = 1.20785x + 0.002276x <sup>2</sup>	0.92
2	Y = 3.45552x + 0.006470x <sup>2</sup>	0.93
3	Y = 3.67516x - 0.001720x <sup>2</sup>	0.94
4	Y = 2.89594x + 0.002983x <sup>2</sup>	0.92
5	Y = 3.48801x - 0.000188x <sup>2</sup>	0.94
6	Y = 6.68471x + 0.001680x <sup>2</sup>	0.90
7	Y = 0.03338x + 0.006661x <sup>2</sup>	0.98
8	Y = 1.99671x + 0.003270x <sup>2</sup>	0.98
9	Y = 7.04579x - 0.002096x <sup>2</sup>	0.97
10	Y = 6.89375x + 0.000442x <sup>2</sup>	0.95
11	Y = 3.77448x + 0.004540x <sup>2</sup>	0.98
12	Y = 2.46190x + 0.006067x <sup>2</sup>	0.96
13	Y = 10.74273x - 0.001008x <sup>2</sup>	0.97
14	Y = 1.50046x + 0.002640x <sup>2</sup>	0.95

Fuente: Cortés, 1991

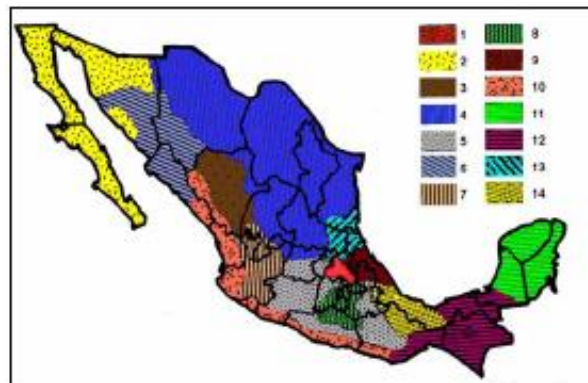


Figura 4. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad  
Fuente: [www.sagapa.gob.mx/sdn/apoyos/publicaciones/dictos\\_excel/D1estim-erosion.xls](http://www.sagapa.gob.mx/sdn/apoyos/publicaciones/dictos_excel/D1estim-erosion.xls)

**Figura IV. 17.** Ecuaciones de erosividad de la lluvia para regiones de México

Donde:

6.68471x + 0.00168x<sup>2</sup>= valores indicados para la región 6 del cuadro de ecuaciones del manual de INIFAP

X= media de precipitación

Y=EI<sub>30</sub>

La siguiente formula estima el factor R



$$R = \sum_{j=1}^n S (EI_{30} j)$$

Donde:

**R**=erosividad de la lluvia

**n**= número de eventos durante el año

**EI<sub>30</sub>**= Índice de erosividad de la lluvia por evento

El resultado de la formula fue **R= 2,506.18695** para la microcuenca.

### **Factor K**

El valor del factor K para los tipos de suelo se determinó bibliográficamente, se tomaron como referencia los valores establecidos en Cuadro 3. Factor K, de acuerdo al tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB del documento: Mapa nacional de erosión potencial, publicado por Ciencias del Agua, Volumen II. Número 1, del 2011.



Cuadro 3. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Albeluvisol	AB
AN	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AR	0.013	0.02	0.007	Andosol	AN
CH	0.013	0.02	0.007	Anthrosol	AT
CL	0.053	0.079	0.026	Arenosol	AR
CM	0.026	0.04	0.013	Calcisol	CL
DU	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
FL	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
FR	0.013	0.02	0.007	Cryosol	CR
GL	0.026	0.04	0.013	Durisol	DU
GY	0.053	0.079	0.026	Ferralsol	FR
HS	0.053	0.02	0.007	Fluvisol	FL
KS	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
LP	0.013	0.02	0.007	Gypsisol	GY
LV	0.026	0.04	0.013	Histosol	HS
LX	0.013	0.02	0.007	Kastanozem	KS
NT	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
PH	0.013	0.02	0.007	Lixisol	LX
PL	0.053	0.079	0.026	Luvisol	LV
PT	0.026	0.04	0.013	Nitisol	NT
RG	0.026	0.04	0.013	Phaeozem	PH
SC	0.026	0.04	0.013	Planosol	PL
SN	0.053	0.079	0.026	Plinthosol	PT
UM	0.026	0.04	0.013	Podzol	PZ
VR	0.053	0.079	0.026	Regosol	RG
				Solonchak	SC
				Solonetz	SN
				Umbrisol	UM
				Vertisol	VR

Figura IV. 18. Valores de Factor K

Tabla IV. 14. Ponderación de valores de factor K

Vegetación	SUPERFICIE	FACTOR K
<b>Desprovisto de vegetación</b>	<b>144.9834</b>	<b>0.0495</b>
Calcisol	49.6563	0.0790
Leptosol	95.3271	0.0200
<b>Matorral subtropical</b>	<b>3,296.8046</b>	<b>0.0463</b>
Calcisol	255.5056	0.0790
Leptosol	1,076.2500	0.0200
Regosol	1,965.0489	0.0400
<b>Mezquital xerófilo</b>	<b>43.3842</b>	<b>0.0463</b>
Calcisol	31.6446	0.0790
Leptosol	0.0576	0.0200



Regosol	11.6820	0.0400
<b>Pastizal cultivado</b>	<b>534.8813</b>	<b>0.0495</b>
Calcisol	524.5922	0.0790
Leptosol	10.2891	0.0200
<b>Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical</b>	<b>109.4783</b>	<b>0.0463</b>
Calcisol	53.1107	0.0790
Fluvisol	5.0488	0.0400
Leptosol	51.3188	0.0200
<b>Matorral subtropical proyecto</b>	<b>96.859073</b>	<b>0.0300</b>
Regosol	91.948119	0.0400
Leptosol	4.910954	0.0200
<b>Total</b>	<b>4,226.3908</b>	

**Tabla IV. 15.** Valores de factor K

Cálculo del factor de K		
Uso de suelo y vegetación	Área (Ha)	Factor K
Desprovisto de vegetación	144.9834	0.0495
Matorral subtropical	3,296.8046	0.0463
Mezquital xerófilo	43.3842	0.0463
Pastizal cultivado	534.8813	0.0495
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.4783	0.0463
Matorral subtropical proyecto	96.859073	0.0300
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>4,226.3908</b>	

### Factor C

Para determinar el Factor C se tomaron como referencia los valores establecidos en tabla de valores de Cobertura señalada en el cuadro 4 del documento Mapa nacional de erosión potencial, publicado por Ciencias del Agua, Volumen II. Número 1, del 2011. Se realizaron 2 factores de C, el de la condición actual y el que considera el desmonte del sitio. El factor C que considera el desmonte es protocolario en el sentido que se tomó el valor de suelo desnudo (1), pero se sabe que este no va a ser así por mucho tiempo puesto se establecerá infraestructura por lo que el suelo no estará expuesto durante los dos años que solicitan para cambio de uso de suelo, estará desnudo solamente un año, sin embargo para la solicitud de cambio de uso del suelo se contemplan 5 años puesto que la asignación de presupuestos puede variar por un periodo de dos años, además de que el desmonte será paulatino, sin embargo las actividades de preparación del sitio y desmonte solo tendrán un periodo de duración de 1 año. Los valores se observan en la tabla IV.16, obtenidos de la figura IV.19.



Cuadro 4. Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaulé	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Figura IV. 19. Valores de factor C

Tabla IV. 16. Valores de C para los diferentes tipos de cobertura para antes y después del CUSTF

Cálculo de factor C			
Uso de suelo y vegetación	Área	Factor C en condiciones ACTUALES	Factor C en condiciones DESPUÉS
Desprovisto de vegetación	144.983381	1	1
Matorral subtropical	3296.804558	0.12	0.12
Mezquital xerófilo	43.384221	0.65	0.65
Pastizal cultivado	534.881282	0.75	0.75
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.478325	0.12	0.12
Matorral subtropical proyecto	96.859073	0.12	1
<b>Total</b>	<b>4226.3908</b>		



## Factores LS

Para la determinación de los Factores L y S se agrega el Modelo Digital de Elevación y se le da la función de *slope* que determina la pendiente, el tamaño del pixel se determinó en 30, luego en las herramientas de hidrología se utiliza la función de *fill* para eliminar depresiones, esa capa que se creó se utiliza para la función de *flowdirection* para determinar la dirección de flujo, luego se procede a determinar la acumulación de flujo con la función de *flowaccumulation*. Se le nombra flowacc y se deja en espera para análisis posterior.

Con la capa de pendientes creada con anterioridad se procede a calcular el factor LS usando RasterCalculator, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Power}(\text{FlowAcc}^{*15/22.1,0.4}) * \text{Power}(\text{Sin}(\text{Slope}^{*0.01745})/0.09, 1.4) * 1.4$$

El uso de la metodología es una aproximación que utiliza el modelo digital de elevación como base para su análisis en formato raster que consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, en este caso representa la altura en metros sobre el nivel del mar, como se puede observar no son parámetros ajenos a los indicados en la metodología tradicional, excepto "FlowAcc" y "Slope" estos son raster formados a través de la herramientas que ofrece el software, el primero trata de la acumulación de flujo la cual es de mucha utilidad para determinar escurrimientos entre otras cosas tales como la adaptación para calcular el factor de longitud de pendiente y la segunda es la pendiente en grados, es preciso señalar que el cálculo que se realiza le otorga valores a cada uno de los píxeles como ya se mencionó que es la forma en que está dispuesto el formato raster, así se reduce el tiempo de análisis, se aumenta la precisión y se logra un análisis efectivo y de fácil comprensión, ya que de ahí se toma el valor de la media de cada uno de los factores en cuestión y también se encuentran los sitios más vulnerables a la erosión por longitud y grado de pendiente.

**Tabla IV. 17.** Valores de LS para los diferentes tipos de cobertura

Cálculo de factor LS		
Uso de suelo y vegetación	Área	LS
Desprovisto de vegetación	144.983381	3.0145
Matorral subtropical	3296.804558	3.7264
Mezquital xerófilo	43.384221	1.3821
Pastizal cultivado	534.881282	0.6399



Cálculo de factor LS		
Uso de suelo y vegetación	Área	LS
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.478325	1.2123
Matorral subtropical proyecto	96.859073	1.334
<b>Total</b>	<b>4226.3908</b>	

### Valor de A

Una vez obtenidos todos los factores se procede a realizar la ecuación, de la cual se extrajeron los siguientes resultados (tabla IV.18 y tabla IV.19) recordando que A= Pérdida de suelo (ton/Ha./año), así como el total de la pérdida de suelo en el sistema ambiental (toneladas/año).

**Tabla IV. 18.** Resultados de la EUPS a nivel sistema ambiental en condiciones actuales

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones ACTUALES para el Sistema Ambiental							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
Desprovisto de vegetación	144.983	2506.18695	0.0495	3.0145	1.000	373.968	54,219.084
Matorral subtropical	3296.805		0.0463	3.7264	0.120	51.925	171,187.058
Mezquital xerófilo	43.384		0.0463	1.3821	0.650	104.318	4,525.761
Pastizal cultivado	534.881		0.0495	0.6399	0.750	59.538	31,845.600
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.478		0.0463	1.2123	0.120	16.893	1,849.381
Matorral subtropical proyecto	96.859073		0.0300	1.3340	0.120	12.036	1,165.768
<b>Total</b>	<b>4226.3908</b>						<b>618.677</b>

Como se observa en la tabla IV.18., actualmente para todo el sistema ambiental se pierden 618.677 ton/ha/año, resultando en una pérdida total de 264,792.653 ton/año.

**Tabla IV. 19.** Resultados de la EUPS a nivel Microcuenca en condiciones después del CUSTF

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones DESPUES para el Sistema Ambiental							
Uso de suelo y vegetación	Área	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
Desprovisto de vegetación	144.983	2506.18695	0.0495	3.0145	1.000	373.968	54,219.084
Matorral subtropical	3296.805		0.0463	3.7264	0.120	51.925	171,187.058
Mezquital xerófilo	43.384		0.0463	1.3821	0.650	104.318	4,525.761
Pastizal cultivado	534.881		0.0495	0.6399	0.750	59.538	31,845.600
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.478		0.0463	1.2123	0.120	16.893	1,849.381
Matorral subtropical proyecto	96.859073		0.0300	1.3340	1.000	100.298	9,714.733





Cálculo de pérdida de suelo en condiciones DESPUES para el Sistema Ambiental							
Uso de suelo y vegetación	Área	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
<b>Total</b>	4226.3908					706.939	273,341.618

Para el sistema ambiental como se observa en la tabla IV.19 se pierden en condiciones actuales 618.677 ton/ha/año, al realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales se perderán 706.939 ton/ha/año, lo que supone un aumento de 88.262 ton/ha/año. Asimismo, para la pérdida de toneladas/año, para la condición actual se pierden 264,792.653 ton/año, una vez que se realice el cambio de uso del suelo, se perderán 273,341.618 ton/año, por lo que el incremento en la pérdida de suelo será de **8,548.965** ton/año.

### Erosión Eólica

Para calcular la erosión eólica se tomó como referencia la metodología propuesta en el ordenamiento ecológico del estado de Coahuila (UAAAN, 1999). Esta metodología se describe a continuación.

Como primer paso se determinó si el área presenta erosión eólica, para lo cual es necesario calcular el periodo de crecimiento (PECRE), es decir, el número de días con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de la vegetación. El PECRE se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{PECRE} = .2408 (\text{Precipitación}) - .0000372 (\text{Precipitación})^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 0.2408 (345) - 0.0000372 (345)^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 45.54637$$

Una vez obtenido el PECRE, se calcula el índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - .766 (\text{PECRE})$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - .766 (45.54637)$$

$$\text{IAVIE} = 125.9366806$$



Como regla de decisión se tiene que: si el valor de IAVIE es mayor de 20, se considera que el área de estudio es de influencia a la erosión laminar eólica, por tanto, la microcuenca presenta erosión eólica.

La obtención de las pérdidas potenciales de suelo en Ton/Ha/Año por erosión eólica (EROEO), se obtiene con la siguiente expresión:

$$\text{EROEO} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Como se ha mencionado anteriormente se ha calculado ya el IAVIE, por lo tanto, como segundo paso se calcula el CATEX., que es el cálculo de textura y fase de los suelos presentes, tomando como referencia los valores que se presentan en la siguiente figura:

CATEX	Textura y Fase
0.2	1
0.3	2
0.1	3
0.5	Fase pedregosa o gravosa

**Figura IV. 20.** Valores de CATEX

Debido a que en la microcuenca se presentan distintos tipos de suelo se hace la ponderación del valor de CATEX, (la clase textural del suelo se tomó de la temática de edafología de INEGI) tal como se presenta en la tabla IV.20, a continuación:

**Tabla IV. 20.** Valores de CATEX para el sistema ambiental

TIPO DE SUELO	TEXTURA	CLASS_TEX	CATEX
Calcisol	Media	2	0.3
Fluvisol	Media	2	0.3
Leptosol	Media	2	0.3
Regosol	Media	2	0.3
Regosol proyecto	Media	2	0.3
Leptosol proyecto	Media	2	0.3



Posteriormente se calcula el CAUSO, que se refiere al cálculo del índice por efecto del uso de suelo, para lo cual se toma como referencia los valores de la imagen siguiente.

CAUSO:

Cálculo de Calificación por Uso de Suelo (CAUSO) a partir de los valores que se presentan en la siguiente tabla y el mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie III del INEGI (2002).

CAUSO	Uso de Suelo y Vegetación
1.00	Suelo desnudo
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.15	Matorral
0.0	Área urbana

Formula:

$$\text{CAUSO} = [(\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO del tipo de vegetación}) + (\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO de tipo de vegetación})] / 100$$

**Figura IV. 21.** Valores de CAUSO

Debido a que se calcula la erosión por tipo de suelo, se pondera el valor de CAUSO por tipo de vegetación y/o uso de suelo de acuerdo a la superficie que ocupan los distintos tipos de suelo presentes en el sistema ambiental, el cálculo de dichos valores se presenta en la tabla IV.21, que se presenta a continuación.

**Tabla IV. 21.** Ponderación valores de CAUSO para sistema ambiental previo al desmonte

CAUSO SISTEMA AMBIENTAL ANTES	
TIPO DE VEGETACIÓN	CAUSO
<b>CALCISOL</b>	<b>0.294</b>
Desprovisto de vegetación	1
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
Pastizal cultivado	0.12
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>FLUVISOL</b>	<b>0.1</b>
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>LEPTOSOL</b>	<b>0.294</b>
Desprovisto de vegetación	1



CAUSO SISTEMA AMBIENTAL ANTES	
TIPO DE VEGETACIÓN	CAUSO
<b>CALCISOL</b>	<b>0.294</b>
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
Pastizal cultivado	0.12
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>REGOSOL</b>	<b>0.125</b>
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
<b>Total general</b>	

**Tabla IV. 22.** Valores de Causo previo a CUSTF

SUELO	CAUSO SISTEMA AMBIENTAL ANTES	SUPERFICIE
Calcisol	0.294	914.5095
Fluvisol	0.100	5.0488
Leptosol	0.294	1,233.2426
Regosol	0.125	1,976.7309
Regosol proyecto	0.150	91.948119
Leptosol proyecto	0.150	4.910954
		4,226.3908

**Tabla IV. 23.** Ponderación de valores de CAUSO para después de CUSTF

CAUSO SISTEMA AMBIENTAL DESPUES	
TIPO DE VEGETACIÓN	CAUSO
<b>CALCISOL</b>	<b>0.294</b>
Desprovisto de vegetación	1
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
Pastizal cultivado	0.12
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>FLUVISOL</b>	<b>0.1</b>
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>LEPTOSOL</b>	<b>0.294</b>



CAUSO SISTEMA AMBIENTAL DESPUES	
TIPO DE VEGETACIÓN	CAUSO
<b>CALCISOL</b>	<b>0.294</b>
Desprovisto de vegetación	1
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
Pastizal cultivado	0.12
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.1
<b>REGOSOL</b>	<b>0.125</b>
Matorral subtropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.1
<b>Total general</b>	

**Tabla IV. 24.** Valores de CAUSO para microcuenca después de CUSTF

SUELO	CAUSO SISTEMA AMBIENTAL DESPUES	SUPERFICIE
Calcisol	0.294	914.5095
Fluvisol	0.100	5.0488
Leptosol	0.294	1,233.2426
Regosol	0.125	1,976.7309
Regosol proyecto	1.000	91.948119
Leptosol proyecto	1.000	4.910954
		4,226.3908

Finalmente, se desarrolla la fórmula con los valores obtenidos para cada variable para calcular la erosión eólica. Siendo las unidades de medida: ton/ha/año. Los valores de la Erosión Hídrica se clasifican en cuatro rangos como se muestra en la figura IV.22 que se presenta a continuación.



Rangos	Clasificación
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy alta
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta
De 50 a 100 ton/ha/año	Media
Menor de 12 a 50 ton/ha/año	Baja
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión

**Figura IV. 22.** Rangos de clasificación para erosión eólica

**Tabla IV. 25.** Cálculo de erosión eólica en condición actual

EROSION EOLICA EN EL S.A. EN CONDICION ACTUAL								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
CALCISOL	45.54637	125.936681	0.3	0.294	11.11	914.509452	10158.01911	Sin Erosión
FLUVISOL	45.54637	125.936681	0.3	0.1	3.78	5.048848	19.07505474	Sin Erosión
LEPTOSOL	45.54637	125.936681	0.3	0.294	11.11	1233.242563	13698.38387	Sin Erosión
REGOSOL	45.54637	125.936681	0.3	0.125	4.72	1976.730904	9335.359817	Sin Erosión
REGOSOL PROYECTO	45.54637	125.936681	0.3	0.15	5.67	91.9481193	521.0838419	Sin Erosión
LEPTOSOL PROYECTO	45.54637	125.936681	0.3	0.15	5.67	4.91095369	27.83111428	Sin Erosión
					<b>36.38</b>	<b>4,226.3908</b>	<b>33,759.7529</b>	

Como se observa en la tabla anterior para el sistema ambiental se pierden 36.38 ton/ha/año, esta pérdida de suelo se clasifica como baja erosión.

**Tabla IV. 26.** Cálculo de erosión eólica después de CUSTF

EROSION EOLICA EN EL S.A. EN CONDICION DESPUES								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
CALCISOL	45.54637	125.936681	0.3	0.294	11.11	914.509452	10158.01911	Sin Erosión
FLUVISOL	45.54637	125.936681	0.3	0.1	3.78	5.048848	19.07505474	Sin Erosión
LEPTOSOL	45.54637	125.936681	0.3	0.294	11.11	1233.242563	13698.38387	Sin Erosión
REGOSOL	45.54637	125.936681	0.3	0.125	4.72	1976.730904	9335.359817	Sin Erosión
REGOSOL PROYECTO	45.54637	125.936681	0.3	1	37.78	91.9481193	3473.892279	Erosión Baja
LEPTOSOL PROYECTO	45.54637	125.936681	0.3	1	37.78	4.91095369	185.5407619	Erosión Baja
					<b>68.50</b>	<b>4,226.3908</b>	<b>36,870.2710</b>	



Como se observa en la tabla anterior la pérdida de suelo en el sistema ambiental una vez que se realice el cambio de uso del suelo será de 68.50 ton/ha/año, resultando en un aumento de 32.12 ton/ha/año, clasificando la pérdida como media, es decir que se perderán un total de 3,110.5181 ton/año.

En resumen y al sumar la pérdida de suelo por erosión hídrica y erosión eólica, se obtiene que en el sistema ambiental se pierden 3,110.5181 ton/año.

**Tabla IV. 27.** Perdida de suelo total después de realizada la afectación por CUSTF

Perdida de suelo por erosión eólica	3,110.518	TON/AÑO
Perdida de suelo por erosión hídrica	8,548.965	TON/AÑO
Total de pérdida de suelo	<b>11,659.4829</b>	TON/AÑO

## IV. 2.6. Hidrología

### IV. 2.6.1. Hidrología Superficial

Las aguas captadas en el sistema ambiental, se ubican en la RH 9 denominada "Sonora Sur", dentro de la Cuenca Hidrográfica Río Mátape, en la Subcuenca Río Matate - Empalme, RH09Ca.

**Tabla IV. 28.** Descripción de Región Hidrológica Sonora Sur

Región Hidrológica	Extensión Territorial Continental (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Normal Anual 1941-2000 (mm)	Escurrimiento Natural Medios Superficial (hm <sup>3</sup> /Año)
9. Sonora Sur	26,010	376	273, 000,000.83

El sistema ambiental que se delimito para el proyecto se encuentra dentro de la subcuenca Río Matate - Empalme, dentro de la Cuenca Río Mátape justo en la parte alta donde los canales de escurrimiento aún no se forman y debido a que no habrá remoción de vegetación ya que solo se removerán arbustos y hierbas, por lo tanto no será propenso a pérdida de suelo ni a perdida de hábitat ni de ningún otro servicio ambiental en el cual fuese necesario una delimitación de una cuenca hidrológico forestal, es por este motivo que no se considera una delimitación estricta con parteaguas, drenajes (orden y densidad) y punto de vertedero.



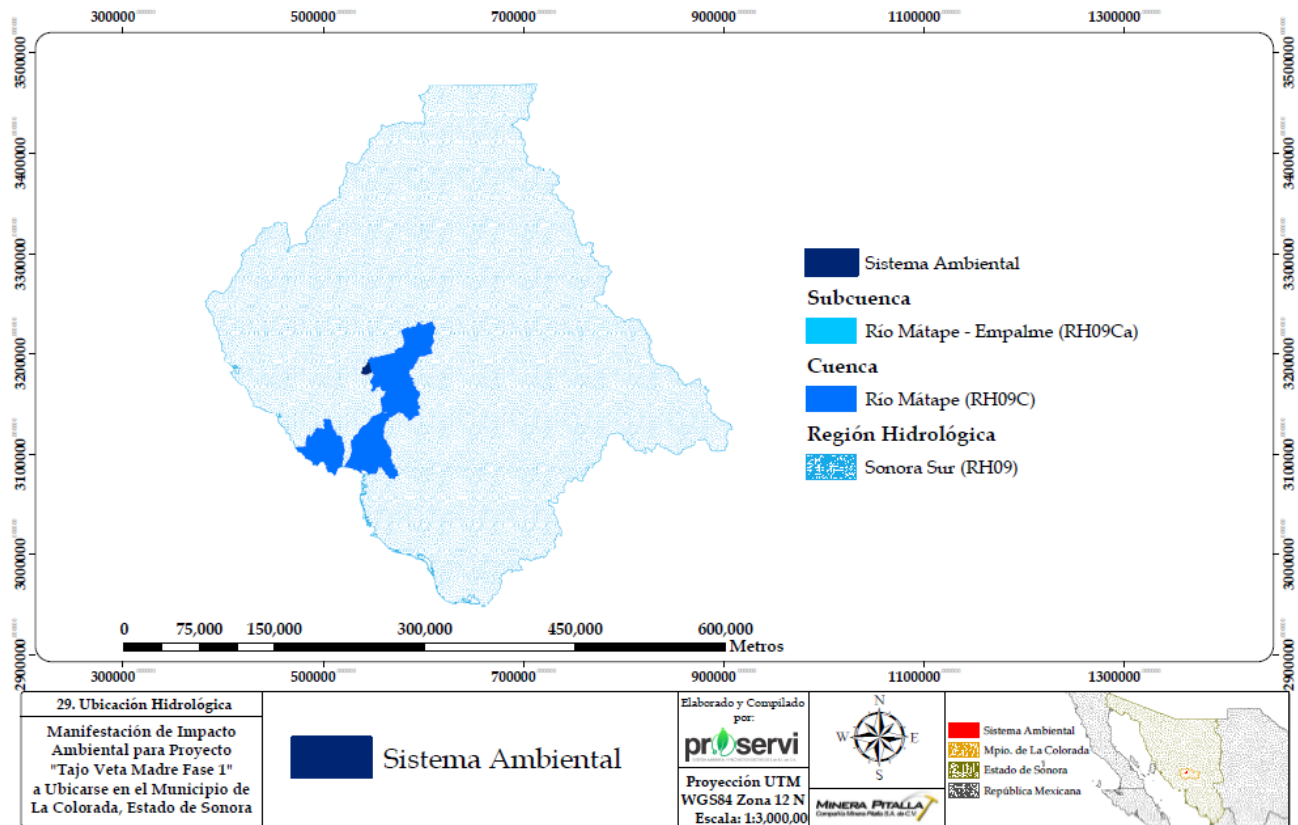


Figura IV. 23. Ubicación Hidrológica

#### IV. 2.6.2. Orden de corriente de la sistema ambiental

Se clasificó de acuerdo al método de Arthur Newell Strahler el cual propone una clasificación de cursos fluviales basada en la organización de los tributarios, en donde determina que un curso (figura IV.24) de orden 1 carece de tributarios, uno de orden 2 es formado por la confluencia de dos cursos de orden 1, uno de orden 3 es formado por la confluencia de dos de orden 2, y así sucesivamente en donde el orden de la cuenca es el mismo del cauce principal de salida, como se muestra en el plano. Teniendo en consideración el detalle de la red hidrográfica obtenida a través del modelo digital de elevación, escala 1: 50,000 el cual fue obtenido de la base de datos de INEGI en donde el procesamiento de dicha información fue empleando el software Arc MAP versión 10.5 en el módulo de Hidrología.

Como se observa en la figura siguiente las corrientes principales son las de orden 1, 2, 3, 4 y 5, estas son intermitentes y llevan agua solamente en temporada de lluvias; existen 10 cuerpos de agua embalsamados dentro de la microcuenca de estudio.





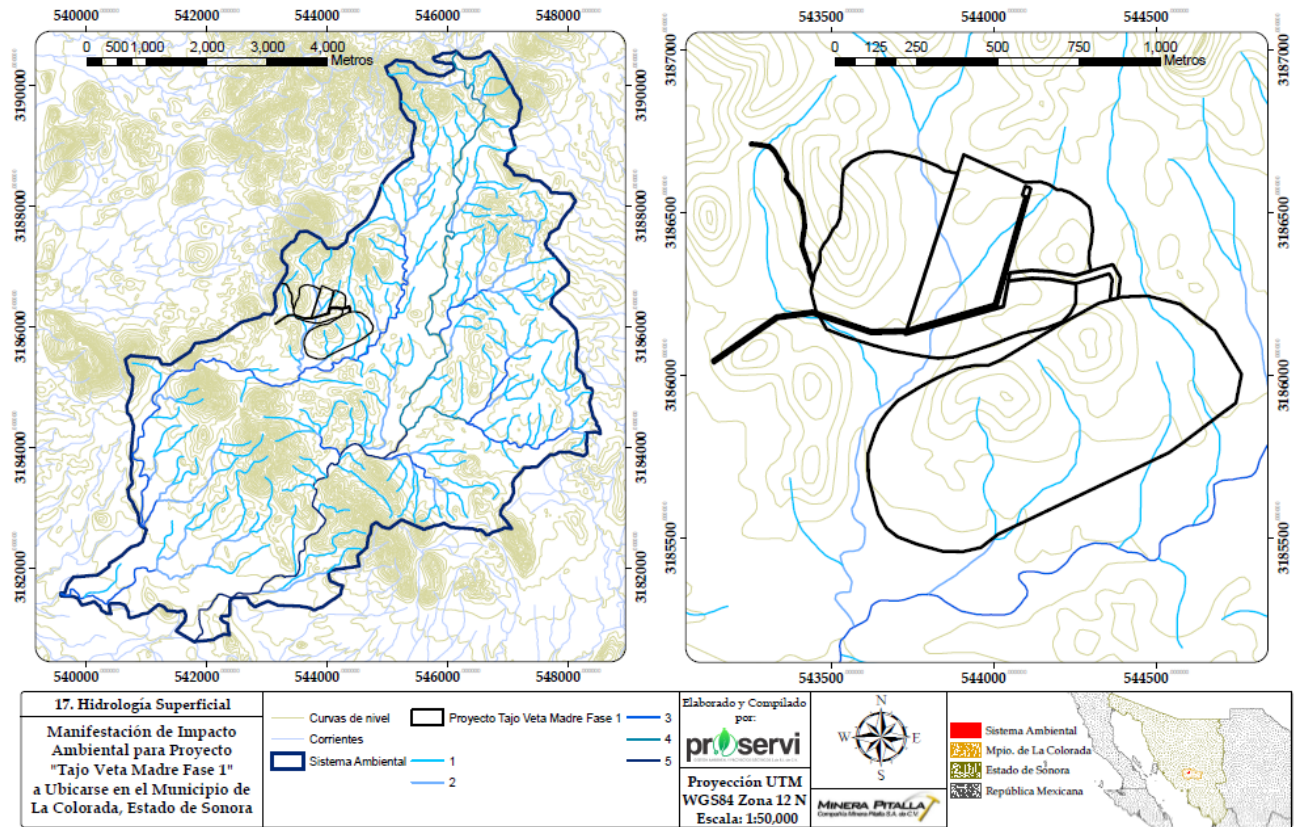


Figura IV. 24. Corrientes del área del sistema ambiental delimitado

Tabla IV. 29. Cuerpos de agua dentro del sistema ambiental

No. de Cuerpo de Agua	Nombre	Condición	Superficie (ha)
1	Ninguno	Intermitente	2.165049
2	Ninguno	Intermitente	0.169901
3	Ninguno	Intermitente	0.739551
4	Ninguno	Intermitente	0.481401
5	Ninguno	Intermitente	0.392694
6	Ninguno	Intermitente	0.318053
7	Ninguno	Intermitente	0.29765
8	Ninguno	Intermitente	0.915595
9	Ninguno	Intermitente	3.707247
10	Ninguno	Intermitente	0.167547

**Tabla IV. 30.** Corriente principal

Nombre	Condición	Orden de Corriente				Total de corrientes	Superficie (m)	Superficie (km)	Caudal Pico (m3/s)
		1	2	4	5				
La Minita	Intermitente	1	4	60	75	140	15,620	15.62	50.76

Realizando la suma total de los cauces de distinto orden y jerarquía de la microcuenca delimitada es de 328 corrientes; la densidad de drenaje es de 3.71 longitud de cauces/km<sup>2</sup>. La longitud total de los cauces de distinto orden es de 157.037413km. El índice de compacidad de la microcuenca tiene un valor de 1.7, que la caracteriza con forma más cercana a la forma alargada. La sinuosidad de la corriente es 1.50 indicando que la microcuenca tiene una sinuosidad media, es decir medianamente drenada. Dentro de la microcuenca como se ha mencionado anteriormente se encuentran 328 corrientes, de las cuales 159 son de orden 1, 74 de orden 2, 58 de orden 3, 21 de orden 4 y 15 de orden 5. Todos los cauces son intermitentes y llevan agua solamente en temporada de lluvias.

Una vez caracterizada la microcuenca se utilizaron las siguientes fórmulas para calcular la evapotranspiración, escurrimiento e infiltración de la microcuenca donde se pretende hacer el cambio de uso de suelo en condiciones actuales y comparándolas al hacer el Cambio de Uso de Suelo.

Para determinar la precipitación media anual a utilizar durante el cálculo se derivó del promedio estimado de temperaturas y precipitaciones, se tomó como base la estación La Colorada.

La precipitación promedio fue calculada estadísticamente con base mensual de los datos climatológicos registrados en la estación mencionada, resultando una precipitación promedio anual de 345 mm y una temperatura promedio de 20.68 °C.

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto, es la siguiente:

$$BH=P- (Eva+ Esc+Inf)$$

Dónde:

BH= Balance Hídrico

P= Precipitación (volumen precipitado)



Eva= Evapotranspiración

Esc= Esguerrimiento Superficial

Inf= Infiltración

### Volumen de Agua Precipitado (P)

El volumen de agua que precipita en la microcuenca, se estima con la precipitación media anual y con la superficie de la misma, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a 14,581,048.3235 de m<sup>3</sup> como se señala en la tabla IV.31.

**Tabla IV. 31.** Volumen de agua precipitado

Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (ha)	Área (m <sup>2</sup> )	Precipitación (m <sup>3</sup> )
345.0	0.3450	4,226.3908	42,263,908	14,581,048.3532

### Evapotranspiración (Eva)

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método COUTAGNE empleando la siguiente fórmula:

$$ETR = P - \chi P^2$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración m/año

P = precipitación en m/año

$\chi = 1 / (0.8 + 0.14 t)$

t = temperatura media anual en °C

**Tabla IV. 32.** Evapotranspiración

Precipitación (m)	X	Temperatura °C	Evapotranspiración (m)
345	0.2706	20.68	0.3128 m/año
			13,220,150.5069 m <sup>3</sup>



Se tiene un volumen de agua precipitado de 14, 581,048.3235 m<sup>3</sup> y una evapotranspiración de 13,220,150.5069 m<sup>3</sup>.

### Escurrecimiento (Esc)

Para el cálculo del escurrecimiento en el área considerada para la microcuenca se toma como referencia el método mencionado en la NOM-011-CONAGUA-2015 en el apartado A.1.2.1.2 en inciso B, en donde para calcular el coeficiente de escurrecimiento se toman en consideración los tipos de vegetación y/o usos de suelo que sustenta la superficie de la microcuenca en combinación con los tipos de suelo que se encuentran en el área. Para desarrollar el cálculo se incluyen dos fórmulas y se define la fórmula que se usará de acuerdo con el valor ponderado para K.

- Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrecimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1.5$

**Figura IV. 25.** Fórmulas para calcular coeficiente de escurrecimiento

Para el caso del área de la microcuenca el valor calculado para K es de 0.21, al ser mayor a 0.15 se utilizó la siguiente fórmula para calcular el coeficiente de escurrecimiento.

$$Ce = K(P-250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$$

Dónde

Ce= Coeficiente de escurrecimiento

P= Precipitación (mm)

K= Valor ponderado de acuerdo a tipo de vegetación y/o uso de suelo y tipo de suelo



**TABLA 1 VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO**

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		
USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

**Figura IV. 26.** Valores para ponderar factor K

A continuación, en la tabla IV.33 y tabla IV.34 se presentan los valores de K para ponderar el valor final de K para el sistema ambiental en condiciones actuales y en condiciones para después de CUSTF.

**Tabla IV. 33.** Cálculo de K para sistema ambiental en condición actual

VEGETACIÓN	SUPERFICIE	FACTOR K	K
<b>DESPROVISTO DE VEGETACIÓN</b>			<b>PONDERADO</b>
CALCISOL	49.6563	<b>0.2800</b>	0.003289749
LEPTOSOL	95.3271	<b>0.2800</b>	0.006315455



VEGETACIÓN	SUPERFICIE	FACTOR K	K
<b>DESPROVISTO DE VEGETACIÓN</b>			<b>PONDERADO</b>
<b>MATORRAL SUBTROPICAL</b>			
CALCISOL	255.5056	<b>0.2200</b>	0.013300057
LEPTOSOL	1,076.2500	<b>0.2200</b>	0.056022979
REGOSOL	1,965.0489	<b>0.2200</b>	0.1022884
<b>MEZQUITAL XEROFILO</b>			
CALCISOL	31.6446	<b>0.2200</b>	0.001647224
LEPTOSOL	0.0576	<b>0.2200</b>	2.99882E-06
REGOSOL	11.6820	<b>0.2200</b>	0.000608093
<b>PASTIZAL CULTIVADO</b>			
CALCISOL	524.5922	<b>0.2000</b>	0.024824594
LEPTOSOL	10.2891	<b>0.2000</b>	0.000486897
<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SUBTROPICAL</b>			
CALCISOL	53.1107	<b>0.2200</b>	0.002764619
FLUVISOL	5.0488	<b>0.2200</b>	0.000262812
LEPTOSOL	51.3188	<b>0.2200</b>	0.00267134
<b>MATORRAL SUBTROPICAL PROYECTO</b>			
REGOSOL	91.948119	<b>0.2200</b>	0.004786255
LEPTOSOL	4.910954	<b>0.2200</b>	0.000255634
<b>Total</b>	<b>4,226.3908</b>		<b>0.219527109</b>

**Tabla IV. 34.** Cálculo de factor K para después de CUSTF

VEGETACIÓN	SUPERFICIE	FACTOR K	K
<b>DESPROVISTO DE VEGETACIÓN</b>			<b>PONDERADO</b>
CALCISOL	49.6563	<b>0.2800</b>	0.003289749
LEPTOSOL	95.3271	<b>0.2800</b>	0.006315455
<b>MATORRAL SUBTROPICAL</b>			
CALCISOL	255.5056	<b>0.2200</b>	0.013300057
LEPTOSOL	1,076.2500	<b>0.2200</b>	0.056022979
REGOSOL	1,965.0489	<b>0.2200</b>	0.1022884
<b>MEZQUITAL XEROFILO</b>			
CALCISOL	31.6446	<b>0.2200</b>	0.001647224
LEPTOSOL	0.0576	<b>0.2200</b>	2.99882E-06
REGOSOL	11.6820	<b>0.2200</b>	0.000608093



VEGETACIÓN	SUPERFICIE	FACTOR K	K
<b>PASTIZAL CULTIVADO</b>			
CALCISOL	524.5922	<b>0.2000</b>	0.024824594
LEPTOSOL	10.2891	<b>0.2000</b>	0.000486897
<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SUBTROPICAL</b>			
CALCISOL	53.1107	<b>0.2200</b>	0.002764619
FLUVISOL	5.0488	<b>0.2200</b>	0.000262812
LEPTOSOL	51.3188	<b>0.2200</b>	0.00267134
<b>MATORRAL SUBTROPICAL PROYECTO</b>			
REGOSOL	91.948119	<b>0.2800</b>	0.006091598
LEPTOSOL	4.910954	<b>0.2800</b>	0.000325353
<b>Total</b>	<b>4,226.3908</b>		<b>0.22090217</b>

Una vez obtenido el valor de K se pasa a calcular el coeficiente de escurrimiento.

#### **Coeficiente de escurrimiento para condición actual**

Dónde:  $C_e = K(P-250) / 2000 + (K- 0.15) / 1.5$

$C_e = 0.219527109 (345-250) / 2000 + (0.219527109 - 0.15) / 1.5$

$C_e = 0.056779$

#### **Coeficiente de escurrimiento para condición después del CUSTF**

Dónde:  $C_e = K(P-250) / 2000 + (K- 0.15) / 1.5$

$C_e = 0.22090217 (345-250) / 2000 + (0.22090217- 0.15) / 1.5$

$C_e = 0.057761$

Entonces;

**Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural = P \* At \* Ce**

Para condición actual:



P = Precipitación anual en metros = 0.3450 m.

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual adimensional = 0.056779

At = Área total de la microcuenca/sistema ambiental = 42,263,908 m<sup>2</sup>

Por lo tanto, se obtiene un volumen de escurrimiento medio de 827,896.5218 m<sup>3</sup>/año en condición actual para el sistema ambiental, es decir previo a que se realice el desmonte.

Para la condición después de CUSTF:

P = Precipitación anual en metros = 0.3450 m.

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual adimensional = 0.057761

At = Área total de la microcuenca = 42,263,908 m<sup>2</sup>

Por lo tanto, se obtiene un volumen de escurrimiento medio de 842,215.440614 m<sup>3</sup>/año en condición una vez que se realice el desmonte.

### **Infiltración (Inf)**

La infiltración puede ser calculada a partir de la diferencia resultante entre la precipitación total menos el volumen medio de escurrimiento, menos la evapotranspiración.

$$\text{Infiltración} = P - \text{ETR} - V_m$$

Dónde:

P = Precipitación total (m<sup>3</sup>)

ETR = Evapotranspiración (m<sup>3</sup>)

V<sub>m</sub> = Volumen de escurrimiento (m<sup>3</sup>).

Entonces para condiciones actuales en el sistema ambiental se obtiene:

P= 14,581,048.3532

ETR= 13,220,150.5069

V<sub>m</sub>= 827,896.5218

Infiltración = 533,001.3245 m<sup>3</sup>





Para condiciones después de realizado el CUSTF, en la microcuenca se obtiene:

$$P= 14,581,048.3532$$

$$ETR= 13,220,150.5069$$

$$Vm= 842,215.4406$$

$$\text{Infiltración} = 842,215.440614 \text{ m}^3$$

### Balance hidrológico del sistema ambiental

El balance hidrológico representa el volumen y porcentaje de agua y su distribución, partiendo de la precipitación total hacia la cantidad que se convierte en escurrimiento superficial, evapotranspiración e infiltración, como se muestra en tablas IV.35 y IV.36.

**Tabla IV. 35.** Balance hídrico para el sistema ambiental en condición actual

Balance hídrico del Sistema Ambiental en condiciones actuales donde se ubica el PROYECTO (m3)	
PRECIPITACIÓN	14,581,048.3532
INFILTRACION	533,001.3245
ESCURRIMIENTO	827,896.5218
EVAPOTRANSPIRACIÓN	13,220,150.5069

**Tabla IV. 36.** Balance hídrico para el sistema ambiental en condición después de CUSTF

Balance hídrico del Sistema Ambiental en condiciones después donde se ubica el PROYECTO (m3)	
PRECIPITACIÓN	14,581,048.3532
INFILTRACION	518,682.4057
ESCURRIMIENTO	842,215.4406
EVAPOTRANSPIRACIÓN	13,220,150.5069

Es decir que una vez que se realice el desmonte se dejarán de infiltrar 14,318.9189 m<sup>3</sup>.

### IV. 2.6.3. Acuíferos, tipos de acuíferos, condiciones de acuíferos, hidrogeología, impactos a los acuíferos

El área del proyecto se ubica en el acuífero Valle de Guaymas, definido con la clave 2635 del Sistema de Información Geográfica para el manejo del Agua Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en una zona semidesértica en la porción Centro Sur del Estado de Sonora, quedando comprendido dentro de la Región Hidrológica No 9 Sonora Sur.



Tiene una superficie total de 5801 km<sup>2</sup>. La corriente principal es el río Mátape, el cual nace en la sierra de Mazatán en altitudes de 1200 msnm, cerca del poblado de Mátape, con una longitud total aproximada desde su origen hasta su desembocadura de 185 km; su rumbo general es al sur y desemboca en el golfo de California, al oriente de la bahía y puerto de Guaymas.

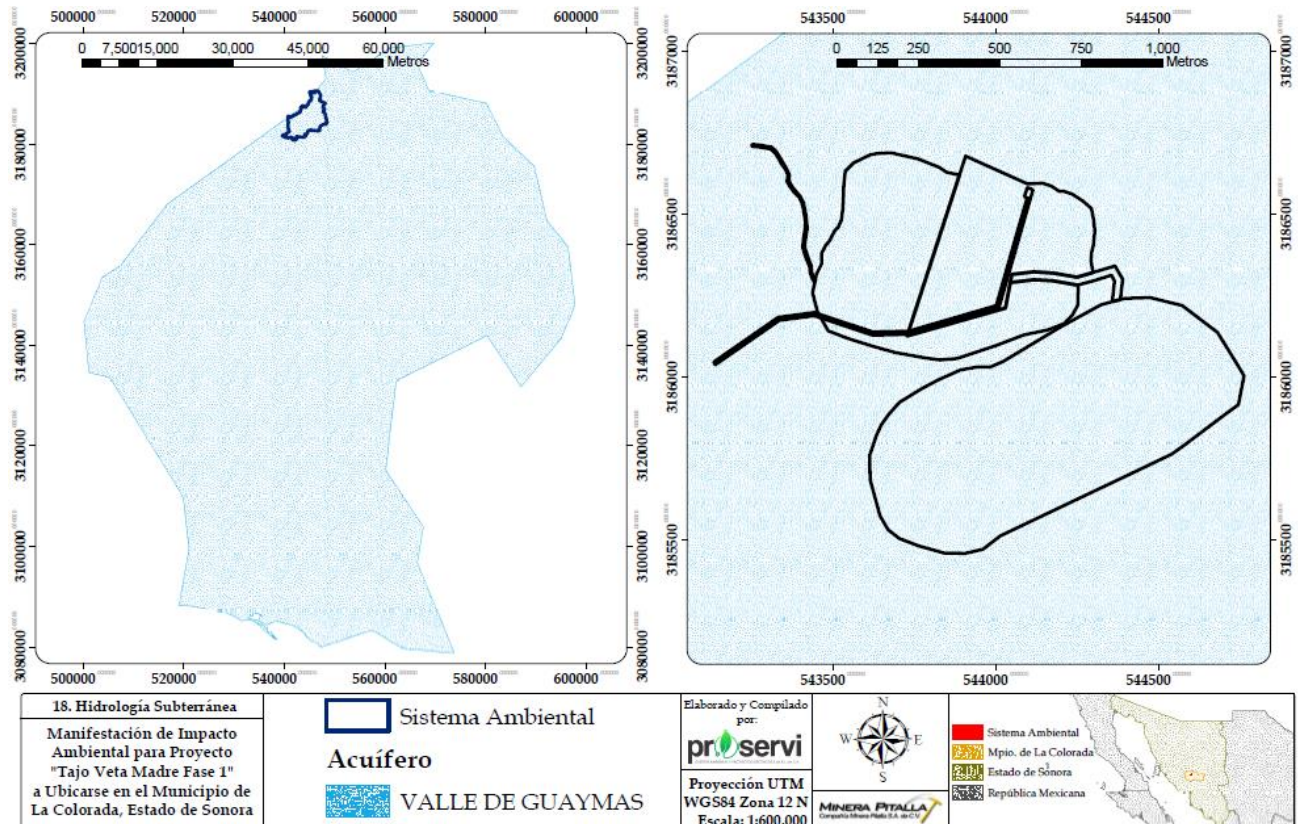


Figura IV. 27. Hidrología Subterránea

#### IV. 2.6.4. Hidrogeología

La secuencia estratigráfica de las rocas que afloran en el área, forman una columna cuyas edades abarcan desde el Mesozoico hasta el Reciente. Esta columna está formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. De éstas, las sedimentarias pertenecientes al Cuaternario ocupan la mayor superficie de la cuenca, correspondiendo a las rocas ígneas del complemento de esta superficie.

Por lo que respecta a las rocas metamórficas, éstas solo afloran en los bordes de los cuerpos intrusivos en franjas no cartografiadas.



Las unidades de rocas mesozoicas que afloran dentro de las cuencas del Río Mátape y Arroyo San José de Guaymas, corresponden a la parte final de la Era Mesozoica, o sea, quedan ubicadas en el período Cretácico. Dentro de este período, a la parte inferior corresponden probablemente las rocas intrusivas y a la parte superior las extrusivas.

### **Granito**

Dentro del área de estudio, estas rocas son las de mayor antigüedad, ya que su edad se remonta probablemente a principios del período Cretácico. Los actuales afloramientos expuestos, representan el remanente de erosión de colosales masas que intrusionaron a sedimentos paleozoicos.

Estas enormes masas, fueron primeramente afalladas y después sujetas a un intenso tectonismo que produjo la formación de bloques. La erosión de épocas posteriores redujo a formas menores su expresión morfológica y más tarde, las rocas extrusivas cubrieron la mayor parte de ellas. Es por esto, que los afloramientos actuales se encuentran muy dispersos y cubriendo superficies reducidas.

Actualmente, tienen su mayor expresión de afloramientos al Norte de la Ciudad de Empalme, donde se encuentran formando la estribación oriental de la Sierra de la Ventana. Hacia el Norte, existen otros afloramientos de pequeñas dimensiones, estando expuestos unos, al Sur de la población de Ortiz y al Occidente del bordo del mismo nombre. Continuando al Norte, estas rocas vuelven a aflorar en cuerpos de mayores dimensiones formando localmente la Sierra de las Moradillas.

En la porción Sur-Central del valle en una pequeña sierra denominada Sierra de San Francisquito, el granito forma pequeñas estructuras alargadas en dirección Norte-Sur, cubiertos parcialmente por lavas basálticas.

Existen demás al Norte del Ejido General Mariano Escobedo y al Oriente de la vía del Ferrocarril a Hermosillo, una serie de pequeños promontorios graníticos. Que forman junto con rocas metamórficas del Paleozoico el basamento regional del área.

### **Andesitas**

Casi contemporáneas al granito, fueron emitidas probablemente por fracturas muy profundas emplazadas en la cabecera de la cuenca durante el Cretácico, las lavas andesíticas que representan las rocas extrusivas más antiguas dentro del área de estudio.



Estas rocas se encuentran aflorando únicamente en el extremo Norte de la cuenca, formando la Cordillera del Carrizal. Las andesíticas son de Hornblenda y Augita de color rosa a gris verdoso en estructuras masivas fracturadas. Sobreyacen en esta sierra a las rocas graníticas descritas anteriormente.

Dentro de la zona estudiada, las rocas correspondientes al período Terciario, están representadas por rocas ígneas y sedimentarias. Por lo que respecta a las rocas ígneas, éstas son de tipo extrusivo ya que este período es característico en la provincia de la Sierra Madre

Occidental de una fuerte actividad volcánica que formó importantes sierras y cordilleras.

Estas grandes estructuras están formadas de lavas ácidas y básicas con sus correspondientes

emisiones de piroclásticos que ocupan extensas superficies. Las rocas sedimentarias de este período, corresponden a conglomerados continentales producto de la erosión de las extrusivas anteriores.

### **Andesitas, Riolitas y Alternancia de Tobas y Derrames Basáltico-andesíticos**

Entre los derrames volcánicos, las rocas de este grupo, son las que cubren la mayor superficie de la cuenca, estando distribuidas en ella de la siguiente forma: en la porción occidental se encuentran formando la parte alta de la Sierra de la Ventana, La Sierra de Santa Ursula, la Sierra de la Pasión, la Sierra de la Perinola al Oeste del Valle de San José de Guaymas, el Cerro del Vigía al Norte de la Ciudad de Guaymas, el Cerro Picacho de San Rafael y los Cabos e islas situados al Sur de la misma. Al Norte del poblado de Ortiz y en línea recta en esta dirección, se observan afloramientos de este grupo, que representan la estribación oriental de la Sierra Libre parcialmente cubiertos por los conglomerados de la Formación Báucarit.

En la porción Oriental de la Cuenca del Valle de Guaymas, estas rocas forman la mayor parte

de la Sierra del Bacatete, la cual separa este valle con el de Agua Caliente. En el Sur de esta sierra, se encuentran cubiertas parcialmente por derrames basálticos y tobas pumíticas, estando expuestas solamente en las partes más altas.

Hacia el Norte, los afloramientos de este grupo se continúan hasta la Presa Punta de Agua,



constituyendo la estribación Norte de este importante macizo del Bacatete; otros afloramientos de muy reducidas dimensiones, se encuentran expuestos en el extremo Sur del Valle de Guaymas. Uno de ellos forma el Cerro Boca Abierta y otros dos se ubican al Sur del cerro basáltico de Cruz de Piedra.

Las rocas pertenecientes a este grupo muestran un sistema de fallas y fracturas, cuyo rumbo preferencial es Norte-Sur. Los planos de pseudoestratificación o inclinación de los derrames están inclinados hacia el valle de la Sierra del Bacatete, en tanto que en la porción Occidental en las Sierras de Santa Ursula y La Ventana ó Venada buzcan hacia el Valle de San José.

Tobas pumíticas y aluviales con intercalaciones de caliche.

Los afloramientos de estos depósitos de origen volcánico y aluvial, se encuentran predominantemente distribuidos en la parte occidental de la zona estudiada. Al Oeste del Valle de San José de Guaymas, en la falda de la Sierra de la Perinola y fuertemente disectados por arroyos, se encuentran expuestos estos depósitos cubriendo a rocas andesíticas y en discordancia erosional a los granitos Cretácicos.

Otros afloramientos de esta unidad pueden observarse al Oeste del poblado de Ortiz, donde se acumularon en la parte baja de la Sierra de la Ventana, formando lomas erosionadas y de poca pendiente. Hacia el Noroeste, en las proximidades de la cabecera de la cuenca, existe otro afloramiento de tobas volcánicas mezclado con depósitos lacustres, subyaciendo a sedimentos Cuaternarios.

En la porción oriental de la cuenca, los afloramientos de esta unidad se encuentran restringidos a la porción Sur de la Sierra del Bacatete, donde afloran en superficies muy reducidas a causa de haber sido erosionados por los arroyos que descienden hacia el valle.

### **Derrames Basálticos**

Dentro del área estudiada las lavas basálticas representan la última manifestación volcánica del Terciario. La edad de estas erosiones de acuerdo a la posición estratigráfica que guardan con respecto a los depósitos marinos del Mioceno que le sobreyacen, puede situarse en el



Oligoceno. Su mayor área de afloramientos está situada al Sur de la Sierra del Bacatete, donde cubren en forma de delgadas mesetas las lavas Terciarias andesíticas y tobáceas. En la Sierra de San Francisquito, cubren discordantemente a rocas graníticas en delgadas capas inclinadas hacia el Occidente. En esta misma zona, hacia la línea de costa, forman el Cerro de Cruz de Piedra.

En la zona oriental de la cuenca, los afloramientos de lavas basálticas son más reducidos, estando expuestos en la Sierra de la Ventana, donde cubren también en forma discordante a las rocas graníticas del Cretácico, en tanto que en la Sierra Libre, sobreyacen a rocas andesíticas.

Los afloramientos de estos derrames basálticos que quedan expuestos en el paisaje actual, corresponden a los vestigios de una serie de coladas que en el Mioceno cubrían probablemente la mayor parte de los Valles de Guaymas y de Cruz de Piedra.

Al ocurrir en esta época (Mioceno), la inmersión del área debido al asentamiento de grandes bloques, se formó la depresión estructural que fue ocupada por depósitos marinos y después continentales que cubren con grandes espesores al Basalto Terciario.

El basalto se presenta en todos los afloramientos de color negro, vesicular y muy fracturado, buzando preferentemente hacia los Valles de Guaymas y Cruz de Piedra.

Conglomerado de clásticos volcánicos y alternancia de areniscas y limos de color verde rojizo, con capas delgadas de caliche. Conglomerado Báucarit.

Para terminar con los afloramientos de rocas Terciarias se citarán dentro de este grupo, a las rocas sedimentarias. Estas rocas se encuentran constituyendo el Conglomerado Báucarit. Dicho conglomerado consiste de clásticos volcánicos y alternancias de areniscas y limos de color café rojizo, con capas delgadas de caliche. Los afloramientos correspondientes a esta unidad afloran en superficies importantes al Noroccidente del área, formando la Sierra de la Ranchería y en afloramientos de menores proporciones en el extremo Noroccidental del Valle de San José.

Boleos, gravas, arenas, limos y arcillas

Esta unidad constituye desde el punto de vista del estudio geohidrológico que se realiza, la



unidad geológica más importante del área, ya que en ella se aloja el principal sistema acuífero de la cuenca.

Los sedimentos correspondientes a este período, se encuentran formando la mayor superficie de afloramientos de la zona estudiada. Consisten en sedimentos clásicos no consolidados, como boleos, gravas, arenas, arcillas y limos, derivados de las formaciones geológicas preexistentes que han sido erosionadas, siendo transportados y depositados por corrientes fluviales en las antiguas depresiones que actualmente constituyen las calles de Guaymas y San José. Forman por tanto la planicie aluvial y fluvial de la cuenca, pudiéndose distinguir en ella, diversas estructuras secundarias, como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, barras, etc.

La depositación de estos materiales se inició en el Pleistoceno y continúa en el Reciente, habiéndose acumulado en este tiempo espesores promedio de 160 metros. La distribución de estos materiales en el subsuelo, consiste de arenas, gravas, arcillas y horizontes de caliche en capas interdigitadas, la mayoría de las cuales, no muestran continuidad horizontal, a causa de los diversos medios ambientes de depósito que han prevalecido del Pleistoceno al Reciente. No obstante, dentro de esta errática distribución espacial, fue posible distinguir en el Valle de Guaymas una capa de arcilla café continental, cuya continuidad se detectó en la porción Sur del valle.

#### **IV. 2.6.5. Impacto al Acuífero**

Basándose en información proporcionada por la Subgerencia de Administración del Agua y el Registro Público de Derechos de agua REPDA, en el acuífero Valle de Guaymas, se tiene un total de 563 aprovechamientos, de los cuales 498 aprovechamientos cuentan con título de concesión inscritos en el REPDA, 1 en trámite de Registro y 64 en proceso de Regularización.

De los 498 inscritos, 172 corresponden a usos agrícolas y amparados mediante Título de concesión expedido por la Comisión Nacional del Agua en forma individual con un volumen global de 101.872 millones de m<sup>3</sup> anuales, 25 son de uso múltiple con un volumen de 0.576 millones de m<sup>3</sup>, 36 se destinan a usos pecuarios con un volumen de 0.329 millones de m<sup>3</sup>, 264 corresponden al Público Urbano con un volumen de 6.0 millones de m<sup>3</sup> de las comunidades rurales 4.7 millones de m<sup>3</sup> de la captación Boca Abierta para las ciudades de Guaymas y Empalme y 1 para servicios con un volumen de 0.0002 millones de m<sup>3</sup>. El único



pozo en trámite de registro es de uso agrícola con 0.500 millones de m<sup>3</sup>, en tanto que los 64 pozos en proceso de regularización incluyen un volumen adicional de 8.0 millones de m<sup>3</sup>. En resumen, el volumen global comprometido de extracción es de 122.127 millones de m<sup>3</sup>.

La operación de pozos para usos agrícolas es la principal descarga actual del acuífero. El volumen que anualmente se extrae por bombeo es medido a través de los pocos medidores en buenas condiciones que se encuentran instalados en las descargas de los pozos y por medio de métodos indirectos como consumos de energía eléctrica, usos consuntivos de plantas y permisos de siembra anual para los diversos cultivos en la región. El volumen que se extrae actualmente es de 87.2 millones de m<sup>3</sup>, en el ciclo 1998-1999, para uso público urbano, se extrae un volumen de 10.74 millones de m<sup>3</sup>, más 1.0 millón de m<sup>3</sup> para usos múltiples y pecuarios, por lo que la extracción total es de 98.94 millones de m<sup>3</sup> anuales.

### Condiciones de equilibrio de los acuíferos

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas

nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

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

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga

natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$-12,627,743 = 100,000,000 - 0 - 112,627,743$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Guaymas, en el Estado de Sonora.





### **IV. 3. Elementos biológicos**

El proyecto se ubica en vegetación matorral subtropical, sin embargo, en la microcuenca se encuentran distintos tipos de vegetación. A continuación, se describen los tipos de vegetación del sistema ambiental.

#### **IV. 3.1. Vegetación y usos de suelo**

##### **Mezquital xerófilo**

El porte arbustivo asociado a condiciones climáticas áridas y semiáridas, desarrollada en el norte del país, asociado con otros tipos de matorrales xerófilos. La comunidad está formada por arbustos bajos y medianos. Son comunidades de porte arbustivo, aunque también las hay arbóreas, presentan con especies que se ramifican en la base del tallo, incluye elementos caducifolios y subcaducifolios, inermes, subinermes o espinosos.

Estas comunidades se desarrollan típicamente desde el nivel del mar hasta los tres mil metros de altitud. En este tipo de ecosistemas las especies de endemismos alcanzan hasta el 60%. Cabe mencionar que son estos lugares donde más se desarrollan las especies de cactáceas.

La estructura vertical y horizontal está integrada por los generos de *Acacia*, *Parkinsonia*, *Mimosa*, *Jatropha*, *Agave*, *Stenocereus*, *Opuntia* y *Encelia*.

##### **Matorral subtropical.**

Comunidad vegetal formado por arbustos o árboles bajos inermes o espinosos, que se desarrollan en una amplia zona de transición entre la selva baja caducifolia y los bosques templados y matorrales de zonas áridas y semiáridas. La mayor parte de las plantas que lo conforman pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. En la zona de estudio, se presenta en un gradiente altitudinal que va de los 349 a 711 msnm, con pendientes prolongadas, con exposición norte y con suelo pobres y afloramiento rocoso. Las principales generos que predominan son *Jatropha*, *Burcera*, *Caesalpinia*, *Lisyloma*, *Stenocereus*, *Pachycereus* y *Opuntia*.

##### **Pastizal cultivado**

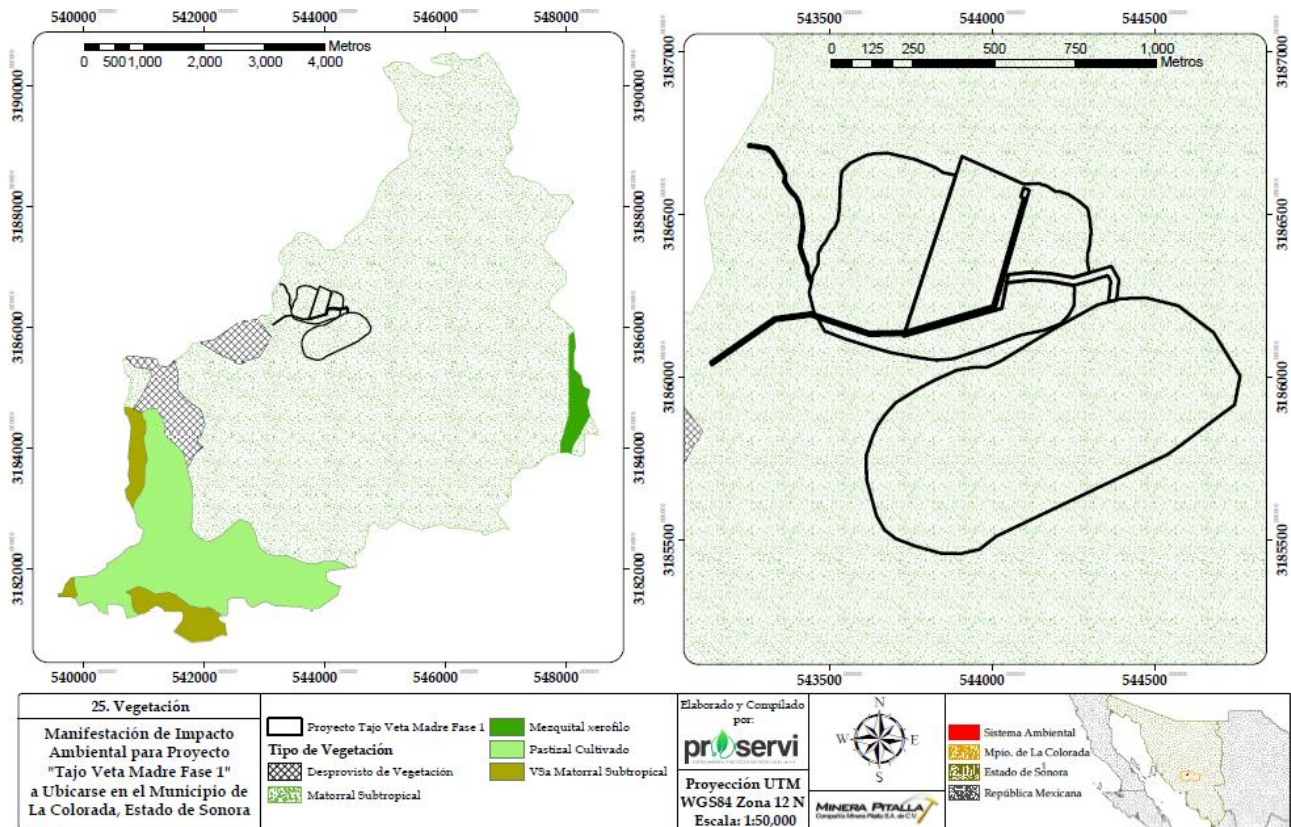
Los pastizales o herbazales de cultivo son las plantaciones de pastos que el hombre realiza con diferentes propósitos: apacentamiento directo por el ganado, preparación de forraje o



recreación. No hay una estandarización que defina claramente los diversos tipos de pastizales para el aprovechamiento humano.

**Tabla IV. 37.** Usos de Suelo y Vegetación

Uso de suelo y vegetación	Área
Desprovisto de vegetación	144.983
Matorral subtropical	3296.805
Mezquital xerófilo	43.384
Pastizal cultivado	534.881
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	109.478
Matorral subtropical proyecto	96.859073
<b>Total</b>	<b>4226.3908</b>



**Tabla IV. 38.** Tipos de vegetación y usos de suelo



#### IV. 3.2. Caracterización de la vegetación

En las tablas IV.39 a IV.42, se presenta el listado de vegetación presente en el sistema ambiental/microcuenca obtenido de muestreo realizado en el área de estudio, para todos los tipos de vegetación.

**Tabla IV. 39.** Estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Arbórea	Pr	NE
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	Arbórea	Sin Estatus	NE
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	Arbórea	Sin Estatus	NE
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	Arbórea	Sin Estatus	NE
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Arbórea	A	NE
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	Arbórea	Sin Estatus	NE
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Arbórea	Sin Estatus	NE
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Arbórea	Sin Estatus	NE

**Tabla IV. 40.** Estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Granjeno	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Tesota	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Vinorama	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Agrito	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Wereque	<i>Iberovillea sonorae</i> (S. Watson) Greene	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Tronadora	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Arbustiva	Sin Estatus	NE



Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Cenizo	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Papache	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	Arbustiva	Sin Estatus	NE
California	<i>Cottisia californica</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Vara blanca	<i>Croton sonorae</i> Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE

**Tabla IV. 41.** Estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Euragrostis internedia</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Sida	<i>Sida abutifolia</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Alacránillo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua diversispicula</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Cocoro	<i>Senna covesii</i> (A. Gray)	Herbácea	Sin Estatus	NE
Lupino	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Farolitos	<i>Cardiospermum corindum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Pico de pájaro	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Cucaracha	<i>Mandevilla foliosa</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE

**Tabla IV. 42.** Estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	Cactácea	Sin Estatus	NE
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	Cactácea	Sin Estatus	NE
Siviri	<i>Opuntia pubescens</i>	Cactácea	Sin Estatus	NE



Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	Cactácea	Sin Estatus	NE
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Pitaya sina	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Cactácea	Sin Estatus	NE
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	Cactácea	Sin Estatus	NE
Magüey	<i>Agave vivipara</i> L.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	Cactácea	Sin Estatus	NE

Con la finalidad de identificar las especies de flora presentes en la microcuenca/sistema ambiental, y demostrar que las especies a remover se encuentran ampliamente distribuidas en la microcuenca, se realizó un muestreo en dicha microcuenca, enfocándose en la vegetación por afectar. La justificación y metodología, así como las variables levantadas, se describen a continuación.

### Muestreo en la microcuenca

Se decidió realizar un muestreo de la vegetación en la superficie de la microcuenca/sistema ambiental por tipo de vegetación que corresponde al tipo de vegetación que se presentan el área de CUSTF y que presentan la misma condición.

### Justificación

El diseño del muestreo fue aleatorio estratificado, esto con la finalidad de levantar sitios de muestreo en el tipo de vegetación que se presenta en la microcuenca y que se verá afectado por la remoción de la vegetación. De esta manera, se tendrán elementos para caracterizar la vegetación presente en la microcuenca y realizar una comparación entre la vegetación de ambos niveles de ecosistemas, siendo, el área de afectación y la microcuenca.

### Diseño de muestreo

El tipo de muestreo fue aleatorio estratificado, debido a que se realizó por tipo de vegetación, sin embargo, las muestras fueron tomadas aleatoriamente.

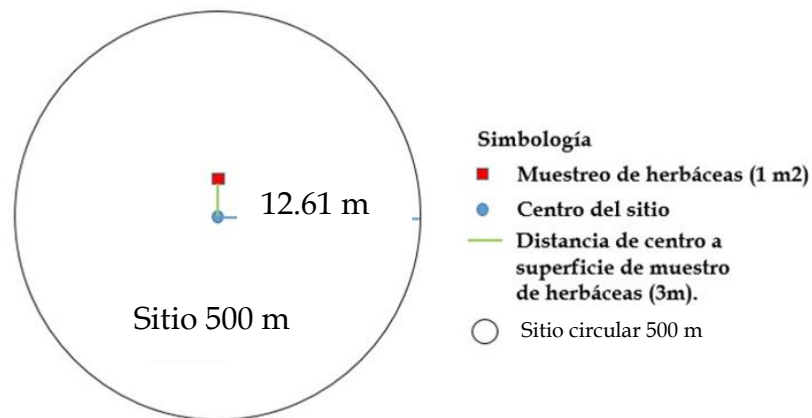
### Intensidad de muestreo

Resulta muy baja, esto debido a que la superficie de la microcuenca, es considerable con respecto a la superficie muestreada. Sin embargo, es importante resaltar que el muestreo es representativo, pues permite obtener los índices de diversidad necesarios a nivel



microcuenca, con la finalidad de compararlos con los obtenidos a nivel área de afectación, de las especies a remover en la misma. Se realizaron 35 sitios de 500 m<sup>2</sup>.

Los sitios de muestreo se realizaron de 500 m<sup>2</sup> con un radio de 12.61 m dentro de los cuales se contó el número total de individuos del estrato arbóreo, recabando de los mismos los datos dasométricos, tales como: altura, diámetro y copa. Para el estrato arbustivo y cactáceo se contó el total de individuos recabando su altura y cobertura aérea. Para el estrato herbáceo se contó el número de individuos en un metro cuadrado colocado en dirección norte a 3 metros del centro del sitio de muestreo, como se representa a continuación:



**Figura IV. 28.** Forma de los sitios de muestreo

A continuación, se presenta la ubicación de cada uno de los sitios del sistema ambiental y área del proyecto, así como las coordenadas de ubicación de los mismos.

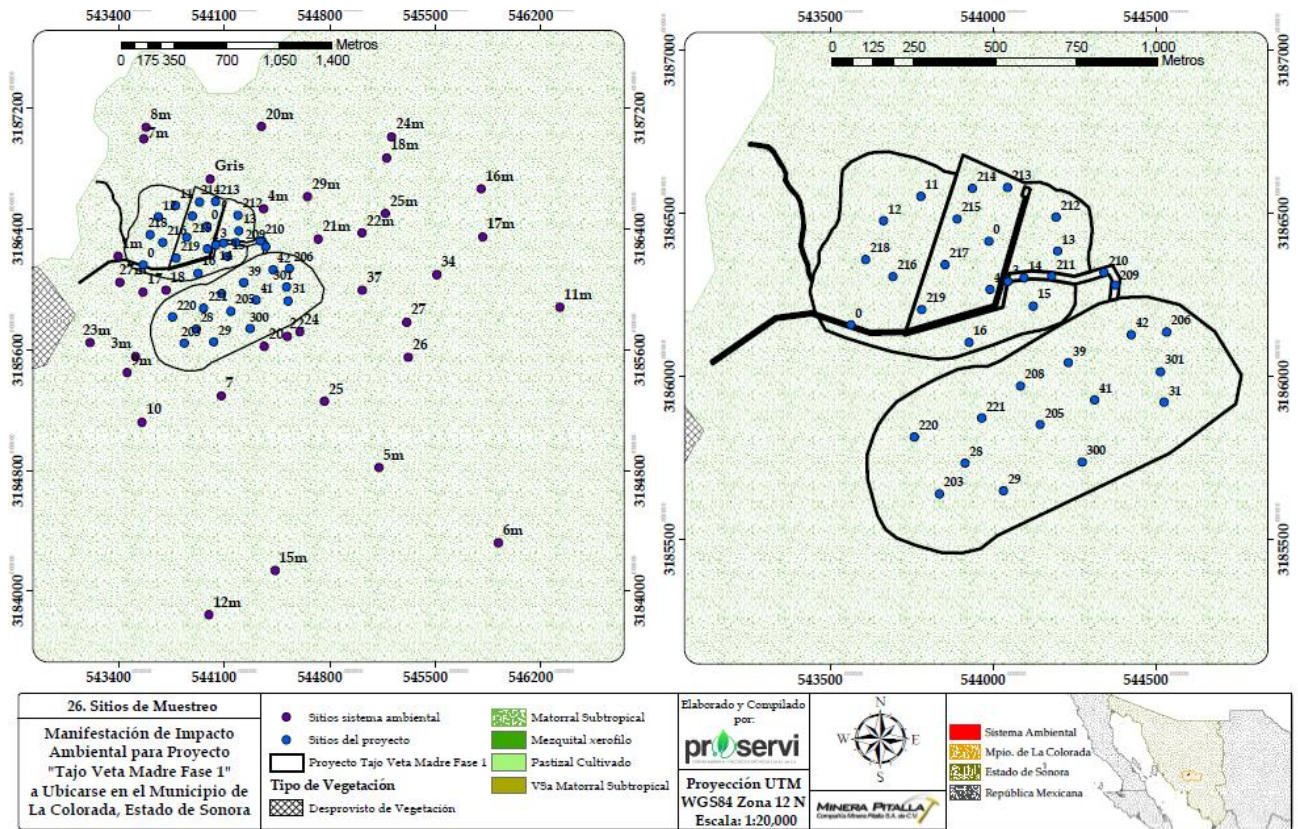


Figura IV. 29. Sitios de muestreo

Tabla IV. 43. Coordenadas de Sitios de Muestreo

Número de sitio	Sito	X	Y	Área
1	7	544082.46	3185291.28	Sistema ambiental
2	10	543555.68	3185116.77	Sistema ambiental
3	16m	545804.89	3186661.66	Sistema ambiental
4	17	543562.64	3185979.55	Sistema ambiental
5	18	543714.63	3185990.61	Sistema ambiental
6	20	544366.18	3185620.27	Sistema ambiental
7	22	544519.56	3185686.66	Sistema ambiental
8	24	544603.63	3185716.17	Sistema ambiental
9	25	544765.59	3185255.73	Sistema ambiental
10	26	545321.22	3185547.29	Sistema ambiental
11	27	545309.96	3185779.58	Sistema ambiental
12	34	545509.86	3186094.46	Sistema ambiental
13	37	545016.00	3185991.55	Sistema ambiental
14	11m	546327.00	3185879.00	Sistema ambiental
15	12m	544000.00	3183844.00	Sistema ambiental



Número de sitio	Sito	X	Y	Área
16	15m	544438.00	3184137.00	Sistema ambiental
17	17m	545814.82	3186344.16	Sistema ambiental
18	18m	545178.00	3186867.00	Sistema ambiental
19	1m	543397.00	3186216.00	Sistema ambiental
20	20m	544346.77	3187074.80	Sistema ambiental
21	21m	544724.08	3186329.88	Sistema ambiental
22	22m	545015.00	3186370.00	Sistema ambiental
23	23m	543210.08	3185643.42	Sistema ambiental
24	24m	545211.00	3187006.00	Sistema ambiental
25	25m	545171.00	3186499.00	Sistema ambiental
26	27m	543408.49	3186044.24	Sistema ambiental
27	29m	544654.07	3186610.71	Sistema ambiental
28	3m	543514.00	3185553.00	Sistema ambiental
29	4m	544362.00	3186530.00	Sistema ambiental
30	5m	545128.00	3184818.00	Sistema ambiental
31	6m	545918.00	3184320.00	Sistema ambiental
32	7m	543568.00	3186994.00	Sistema ambiental
33	8m	543584.00	3187070.00	Sistema ambiental
34	9m	543458.00	3185446.00	Sistema ambiental
35	Gris	544008.63	3186726.50	Sistema ambiental
1	3	544046.10	3186290.47	Área del proyecto
2	4	543990.45	3186266.18	Área del proyecto
3	11	543778.65	3186551.24	Área del proyecto
4	12	543664.47	3186476.82	Área del proyecto
5	13	544198.22	3186383.44	Área del proyecto
6	14	544095.67	3186302.42	Área del proyecto
7	15	544123.83	3186215.63	Área del proyecto
8	16	543927.02	3186103.90	Área del proyecto
9	28	543914.43	3185733.96	Área del proyecto
10	29	544031.74	3185649.51	Área del proyecto
11	31	544524.94	3185920.95	Área del proyecto
12	39	544230.99	3186041.83	Área del proyecto
13	41	544311.65	3185927.19	Área del proyecto
14	42	544424.30	3186127.33	Área del proyecto
15	0	543987.08	3186413.92	Área del proyecto
16	300	544273.13	3185737.20	Área del proyecto
17	208	544084.17	3185969.73	Área del proyecto
18	206	544533.00	3186136.00	Área del proyecto





Número de sitio	Sito	X	Y	Área
19	301	544514.00	3186014.00	Área del proyecto
20	221	543965.17	3185872.48	Área del proyecto
21	203	543835.42	3185639.92	Área del proyecto
22	220	543757.95	3185814.98	Área del proyecto
23	209	544375.32	3186279.89	Área del proyecto
24	210	544341.00	3186319.00	Área del proyecto
25	211	544180.00	3186307.00	Área del proyecto
26	214	543937.00	3186576.00	Área del proyecto
27	218	543609.56	3186357.99	Área del proyecto
28	217	543853.00	3186342.00	Área del proyecto
29	216	543692.80	3186305.71	Área del proyecto
30	219	543781.00	3186204.00	Área del proyecto
31	215	543890.00	3186482.00	Área del proyecto
32	205	544145.02	3185852.05	Área del proyecto
33	212	544193.58	3186488.36	Área del proyecto
34	213	544044.00	3186579.00	Área del proyecto
35	0	543563.88	3186158.34	Área del proyecto

Para evaluar la confiabilidad del muestreo se utilizaron estimadores paramétricos y no paramétricos para evaluar la acumulación de especies y estimar las especies que se esperan encontrar para cada estrato por tipo de vegetación.

### Ecuación de Clench (Análisis Paramétrico)

A continuación, se presenta el análisis con respecto a la ecuación de Clench, según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme se incremente el esfuerzo de muestreo, en este caso, al incrementar las áreas de muestreo. El análisis se realiza en el programa Estimate 9.10 el aleatoriza los datos para posteriormente procesarlos en el programa Statistica 13.2, en el cual se analizan los datos de la siguiente manera:

Primeramente, debemos construir la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo.

1. El archivo se carga en el programa Estimates y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendamos un mínimo de 50).



2. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.
3. Estos resultados se exportan a un programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal.
4. En el submódulo que permite al usuario introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación específica del programa empleado. En este caso ajustaremos el modelo de Clench.

$$V2=(a*v1)/(1+(b*v1))$$

5. Seguidamente se selecciona el método de ajuste o de estimación de los parámetros del modelo. Emplearemos el método de Simplex and Quasi Newton.
6. En los resultados se obtiene lo siguiente:
  - i) Los parámetros de la función, a y b.
  - ii) La gráfica de la función ajustada a los datos.
7. Con los datos obtenidos del modelo se divide la variable a entre la variable b (a/b) que nos da como resultado el valor de la asíntota, misma que indica el número de especies esperadas empíricamente. Otra forma de determinar el valor de la asíntota, es sustituir los valores de a y b en la ecuación del modelo de Clench [ $V2=(a*v1)/(1+(b*v1))$ ], el valor resultante es el número de especies esperadas para el área de muestreo.
8. Con los datos obtenidos se evalúa la calidad del inventario calculando la pendiente al final de la curva, para Clench, pendiente (en un punto n) =  $a/(1+b*n)^2$

Esta pendiente, menor o igual a 0.1, nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable.

La proporción de flora registrada también nos da idea de la calidad del inventario:

$$\text{Sobs}/(a/b)$$



Finalmente se estima el esfuerzo de muestreo necesario para registrar una determinada proporción de flora.

$$n_{0.95} = 0.95 / [b * (1 - 0.95)]$$

A medida que el inventario se va completando se hace más difícil capturar especies nuevas; cuando los inventarios poseen un alto grado de fiabilidad, el esfuerzo necesario para aumentar la proporción de flora encontrada puede ser desproporcionadamente elevado. Es muy probable que la relación entre el coste (temporal, económico, humano) y la mejora en los resultados no compense; puesto que el conocimiento de la flora no aumentará, asimismo el modelo de Clench es uno de los estimadores más rigurosos y no finito, es decir que siempre indicará que hace falta realizar muestreo.

### **Análisis no paramétrico**

Los estimadores no paramétricos se estimaron en el programa Estimates, donde se ingresa una matriz con los datos de especies y el número de individuos registrados por sitio, el programa realiza una aleatorización de las muestras y nos da como resultado el número de especies esperadas de acuerdo con varios estimadores.

El análisis se realiza en el programa Estimate 9.10 el aleatoriza los datos para posteriormente procesarlos en Excel, en el cual se analizan los datos de la siguiente manera:

1. Primeramente debemos construir la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo.
2. El archivo se carga en el programa Estimates y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendamos un mínimo de 50).
3. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas, así como los estimadores Chao1 y ACE.



Para el caso del presente análisis se utilizarán los estimadores CHAO1 y ACE, que son los que se utilizan cuando el análisis se realiza con datos de especies y número de individuos, a continuación, se describen los mismos.

**CHAO1.** Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons):  $S_{est} = S_{obs} + F^2/2G$ , donde:  $S_{est}$  es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer,  $S_{obs}$  es el número de especies observado en una muestra,  $F$  es el número de singletons y  $G$  es el número de doubletons. En Estimates se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de doubletons es cero:  $S_{est} = S_{obs} + ((F^2/2G + 1) - (FG/2(G+1)^2))$ .

**ACE.** - (Abundance-based Coverage Estimator) es una modificación de otros estimadores basados en datos de abundancia que superestimaban la riqueza de especies cuando el número de muestras era bajo (Colwell & Coddington 1994), por lo que está basado en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell 2004). El estimador ACE utiliza para las estimativas diez o menos individuos por muestra, (Lee & Chao 1994).

Mediante la relación de la riqueza estimada ( $S_{estimada}$ ) y la riqueza verdadera ( $S_{verdadera}$ ) se calculó el sesgo y la exactitud de los dos estimadores de riqueza no paramétricos. Las fórmulas utilizadas fueron (Chiarruci *et al.*, 2003):

$$\text{Sesgo} = (S_{estimada} - S_{verdadera}) / S_{verdadera}$$
$$\text{Exactitud} = ((S_{estimada} - S_{verdadera}) / S_{verdadera})^2$$



El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos respectivamente. (Palmer, 1990; Brose *et al.*, 2003).

A continuación, se muestran los resultados de dicho procedimiento para el muestreo realizado para la microcuenca, es decir para los 35 sitios realizados para el tipo de vegetación que se verá afectada, analizado con el modelo de Clench (paramétrico) y con CHAO1 y ACE (no paramétricos).



**Estrato arboreo para análisis para el tipo de vegetación por afectar (matorral subinerme)**

**Tabla IV. 44.** Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbóreo

Especies		Sitios																			
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20 m
<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	1	12	3	1	11	8	1	2	5	2	0	11	5	0	4	7	11	0	0	1	15
<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	8	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	1	1	0	1	1	0	0
<i>Olneya tesota</i> A. Gray	12	6	0	0	0	0	9	18	7	5	6	15	0	2	11	31	0	2	0	10	8
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	14	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	11	0	2	0	2	4	1	4
<i>Jatropha cordata</i>	19	25	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	12	18	0	0	12	0	0	0	27
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	20	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	23	3	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	7	17	0	0	19	0	0	1	9
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	25	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	28	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	5
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	32	17	4	4	31	0	2	0	0	0	0	2	1	11	0	0	10	0	0	0	9
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	53	0	0	27	0	0	0	0	0	0	2	7	0	21	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total general</b>		<b>66</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>96</b>	<b>16</b>	<b>66</b>	<b>53</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>77</b>
Especies		Sitios																Total general			
Nombre Científico	Clave	21m	22m	23m	24m	25m	27m	29m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	2a					
<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	1	20	9	9	0	2	11	11	0	5	1	0	11	11	0	2	191				
<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	8	1	2	5	0	0	3	2	7	0	0	0	0	0	0	0	45				
<i>Olneya tesota</i> A. Gray	12	3	5	3	0	8	2	4	12	0	8	0	0	0	5	0	180				
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	14	2	3	0	0	1	0	0	0	0	3	0	2	2	1	0	45				
<i>Jatropha cordata</i>	19	7	0	24	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0	9	151				
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	20	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	19				
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	23	5	2	8	1	1	9	2	0	2	0	1	5	3	0	2	101				



Especies		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m	
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	2	0	0	15					
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9					
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	29	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	19					
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	32	10	8	14	2	0	13	1	0	1	1	1	14	6	0	5	167					
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22					
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57					
<b>Total general</b>		<b>49</b>	<b>33</b>	<b>63</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>40</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>1021</b>					



Para el estrato arbóreo, se realizaron en total 35 sitios, en los 35 sitios realizados se observaron árboles, identificando solamente 13 especies. A continuación se presentan los resultados del análisis con estimadores no paramétricos CHAO1 y ACE, que son estimadores que se utilizan cuando los datos se manejan con abundancias.

**Tabla IV. 45. Estimadores para estrato arbóreo**

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	5.01	7.02	5.47
2	7.51	10.04	8.47
3	8.93	11.19	9.88
4	9.82	11.63	10.43
5	10.42	11.53	10.76
6	10.86	11.84	11.13
7	11.18	11.94	11.41
8	11.43	11.97	11.6
9	11.63	11.93	11.64
10	11.79	12.05	11.8
11	11.92	12.25	12
12	12.03	12.39	12.14
13	12.13	12.41	12.19
14	12.21	12.39	12.25
15	12.28	12.49	12.37
16	12.34	12.5	12.42
17	12.4	12.58	12.44
18	12.45	12.55	12.46
19	12.49	12.57	12.5
20	12.54	12.54	12.52
21	12.57	12.56	12.56
22	12.61	12.6	12.58
23	12.65	12.66	12.64
24	12.68	12.66	12.64
25	12.71	12.7	12.68
26	12.74	12.72	12.72
27	12.77	12.76	12.76
28	12.8	12.82	12.82
29	12.83	12.86	12.86
30	12.86	12.88	12.88
31	12.89	12.9	12.9





Samples	Sobs	ACE	Chao 1
32	12.91	12.94	12.94
33	12.94	12.94	12.94
34	12.97	12.98	12.98
35	13	13	13
% de especies registradas		100	100

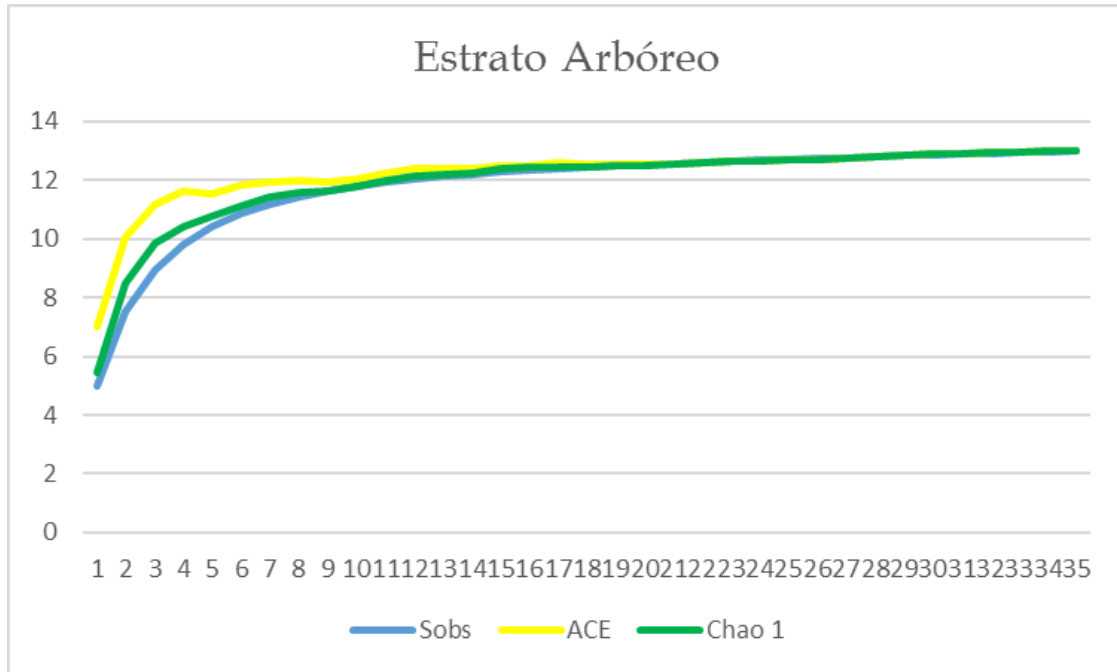


Figura IV. 30. Estimadores para estrato arbóreo

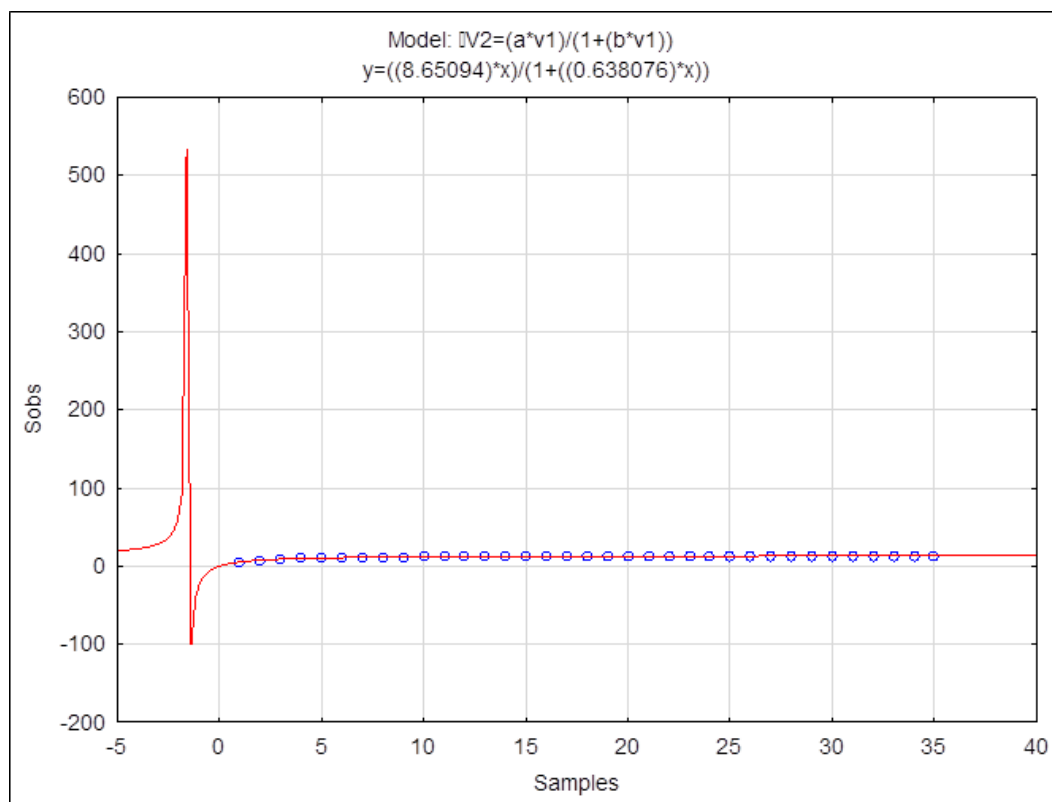
Tabla IV. 46. Sesgo y exactitud para estimadores no paramétricos del estrato arbóreo

	ACE	Chao1
Sverdadera	13	Sverdadera 13
Sestimada	13	Sestimada 13
Sesgo	0	Sesgo 0
Exactitud	0	Exactitud 0

Como se observa en la figura y tablas anteriores el estimador ACE espera encontrar 13 especies, el estimador CHAO1 también espera encontrar 13 especies, por lo que se registraron el 100%, de las especies esperadas. Con respecto al cálculo del sesgo y la exactitud se observa que ambos obtienen un valor de 0, por lo que la estimación de las especies esperadas no tiene sesgo y por otro lado la estimación es exacta, por lo que el muestreo se considera confiable para estimar índices de diversidad.



Con respecto a la ecuación de Clench para el estrato arbóreo se observa que con un 95% de confianza se registró el 95.9% de la vegetación, con un valor para la pendiente de 0.016, recordando que pendientes con valor menor o igual a 0.1 indican muestreos altamente fiables, se concluye que el muestreo es confiable para desarrollar índices de diversidad. Asimismo, el modelo de Clench nos indica que, para conocer el porcentaje restante de la vegetación, sería necesario realizar 29.77 sitios adicionales, sin embargo, al ser el modelo de Clench infinito, por el valor alcanzado de la pendiente, se considera un muestreo confiable. Asimismo, al sustituir los valores en el modelo de Clench se observa que nos indica que se pueden observar trece especies.



**Figura IV. 31.** Gráfico de Clench para estrato arbóreo

**Tabla IV. 47.** Valores para modelo de Clench (paramétrico) para estrato arbóreo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	8.65094
B	0.638076
Pendiente	0.016
% Especies	0.959



Estudio Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1", a ubicarse en el Municipio de La Colorada, en el Estado de Sonora



<b>Modelo de Clench</b>	
Sitios	29.777
n	35
spp	13
Modelo de Clench	13



### Estrato arbustivo para vegetación de matorral subinerme

Para el estrato arbustivo se realizaron 35 sitios de muestreo, encontrando 17 especies en los 35 sitios, sin embargo, solo se encontraron arbustos en 17 sitios. A continuación, se presentan los resultados de los estimadores no paramétricos y del modelo de Clench, estimador paramétrico.

**Tabla IV. 48.** Datos para sitios y matriz ingresada a Estimates para estrato arbustivo

Especies		Sitios																			
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m
<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	2	3	5	2	0	1	1	3	0	1	0	3	0	8	3	1	0	0	1	3	3
<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	3	1	6	13	0	0	4	20	3	26	5	15	8	2	8	50	0	3	0	10	8
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	4	9	7	12	10	0	1	11	1	3	0	6	25	0	7	44	2	3	0	10	19
<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	6	0	0	25	1	5	0	0	1	0	3	0	2	0	6	2	0	0	0	9	0
<i>Celtis pallida</i> Torr.	10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	0
<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	13	0	1	1	0	1	1	7	0	2	3	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0
<i>Iberovillea sonora</i> (S. Watson) Greene	17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	22	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Randia thurberi</i> S. Watson	27	0	0	0	0	1	4	0	2	3	4	4	0	10	3	3	0	0	0	2	13
<i>Cottisia californica</i>	30	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	3
<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	31	0	21	10	31	0	4	5	9	3	0	8	7	0	16	0	1	18	0	7	0
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	40	0	0	0	0	3	6	1	3	5	9	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Croton sonora</i> Torr.	41	38	7	24	26	0	1	0	0	0	4	6	33	0	0	0	33	0	6	14	36
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	42	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Mimosa dysocarpa</i>	47	0	1	1	0	19	0	0	6	13	3	3	4	0	0	0	2	5	0	7	11
<i>Cassia occidentalis</i>	50	7	6	0	6	0	0	0	0	0	0	13	0	85	0	0	0	0	0	2	9
<b>Total general</b>		<b>72</b>	<b>58</b>	<b>88</b>	<b>77</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>31</b>	<b>60</b>	<b>81</b>	<b>108</b>	<b>49</b>	<b>102</b>	<b>69</b>	<b>39</b>	<b>7</b>	<b>66</b>	<b>102</b>



Especies		Sitios																			
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m
Especies		Sitios																			
Nombre Científico	Clave	21m	22m	23m	24m	25m	27m	29m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	2a	Total general				
<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	2	0	2	5	0	3	3	1	0	4	0	3	2	1	6	5	73				
<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	3	0	12	0	2	18	22	11	4	5	0	31	3	31	20	4	345				
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	4	6	4	12	0	2	12	8	1	4	0	4	21	26	6	11	287				
<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	6	0	0	0	0	2	9	0	1	16	0	0	0	0	0	2	84				
<i>Celtis pallida</i> Torr.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10				
<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	5	0	0	34				
<i>Ibervillea sonora</i> (S. Watson) Greene	17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6				
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	31				
<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3				
<i>Randia thurberi</i> S. Watson	27	4	8	4	0	4	0	9	2	0	0	0	0	0	9	0	89				
<i>Cottisia californica</i>	30	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33				
<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	31	7	16	15	0	6	23	6	4	5	21	0	12	6	3	14	278				
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	40	0	1	0	2	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	53				
<i>Croton sonora</i> Torr.	41	85	4	63	0	7	9	0	0	2	0	1	31	29	4	22	485				
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	42	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17				
<i>Mimosa dysocarpa</i>	47	0	118	0	0	1	1	3	3	8	0	4	0	0	0	2	215				
<i>Cassia occidentalis</i>	50	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	5	13	21	0	0	172				
<b>Total general</b>		<b>109</b>	<b>166</b>	<b>102</b>	<b>4</b>	<b>57</b>	<b>82</b>	<b>39</b>	<b>18</b>	<b>45</b>	<b>28</b>	<b>48</b>	<b>82</b>	<b>119</b>	<b>50</b>	<b>71</b>	<b>2215</b>				



Con respecto a los estimadores no paramétricos, CHAO1 indica que se deben encontrar 17 especies e igualmente ACE estima que deben ser 14 las especies esperadas.

**Tabla IV. 49.** Estimadores no parametricos para estrato arbustivo

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	7.11	8.18	7.77
2	10.22	11.41	10.85
3	11.88	13.33	12.68
4	12.92	14.43	13.92
5	13.64	14.71	14.33
6	14.16	14.92	14.62
7	14.55	15.31	14.87
8	14.86	15.64	15.22
9	15.11	15.79	15.38
10	15.32	15.88	15.56
11	15.49	16.02	15.73
12	15.64	16.13	15.85
13	15.77	16.29	16.01
14	15.88	16.21	16
15	15.98	16.34	16.14
16	16.07	16.46	16.24
17	16.15	16.51	16.3
18	16.23	16.56	16.36
19	16.3	16.53	16.4
20	16.37	16.52	16.44
21	16.43	16.54	16.48
22	16.49	16.56	16.52
23	16.54	16.59	16.56
24	16.59	16.62	16.62
25	16.63	16.68	16.68
26	16.68	16.7	16.7
27	16.72	16.74	16.74
28	16.76	16.76	16.76
29	16.8	16.78	16.78
30	16.84	16.8	16.8
31	16.88	16.86	16.86
32	16.91	16.92	16.92



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
33	16.94	16.96	16.96
34	16.97	16.98	16.98
35	17	17	17
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior se espera encontrar de acuerdo con Chao1 17 especies y de acuerdo con ACE son 17 especies las que se deben encontrar, por lo tanto al haber encontrado durante el muestreo 17 especies, se registra el 100% de las especies esperadas, resultando que el muestreo es confiable para estimar índices de diversidad. En la figura siguiente se puede apreciar que en el gráfico el estimador CHAO1 se sobrepone a las especies observadas, mientras que el estimador ACE espera encontrar mayor número de especies desde los sitios iniciales, sin embargo al final del muestreo se sobrepone con las especies observadas, de igual manera, la curva para as especies observadas en solo un sitio, es descendiente, indicandonos que es confiable el muestreo realizado.

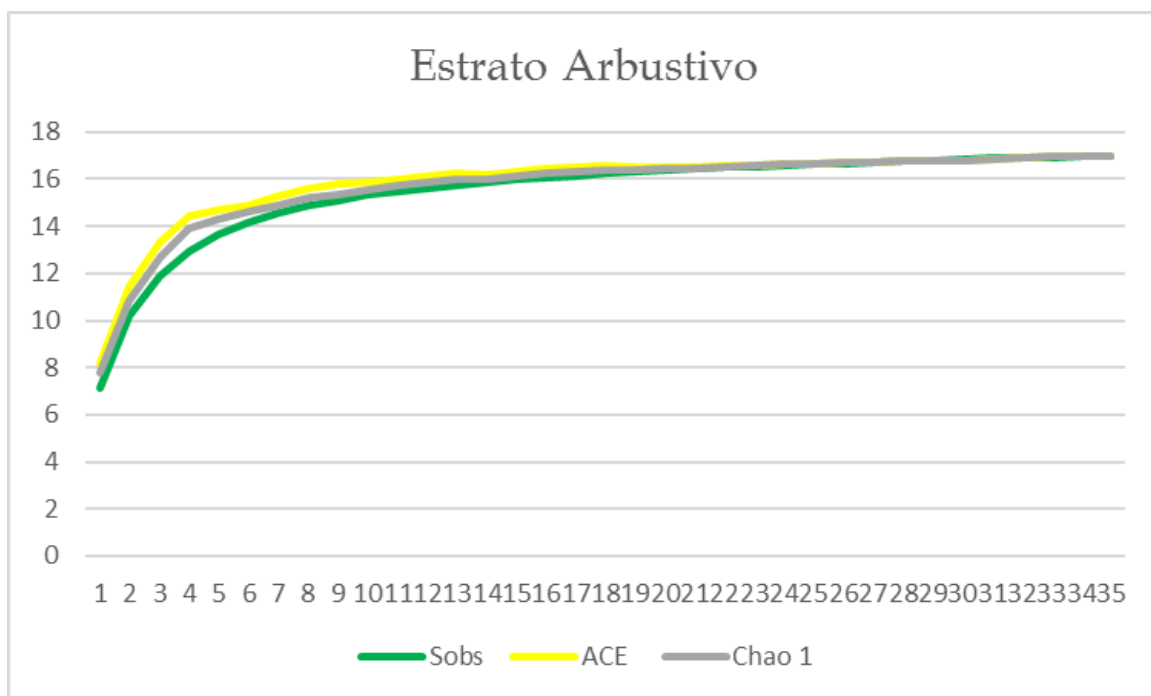


Figura IV. 32. Estimadores para estrato arbustivo

Tabla IV. 50. Cálculo de Sesgo y Exactitud para estrato arbustivo

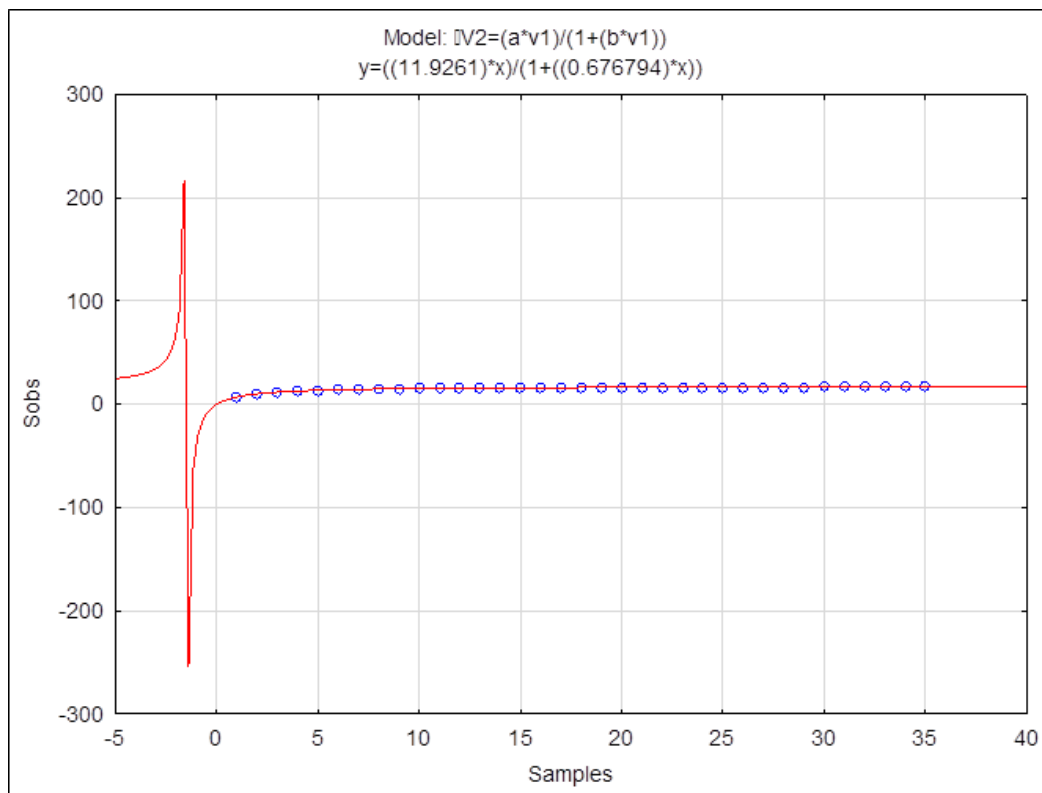
ACE		Chao1	
Sverdadera	17	Sverdadera	17
Sestimada	17	Sestimada	17



ACE		Chao1	
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Para el caso del estrato arbustivo el sesgo es igual a 0, es decir que no existe sesgo en cuanto a la estimación de las especies esperadas para el estimador ACE, para el estimador CHAO1 se observa un sesgo de 0, lo cual nos indica que el muestreo era confiable, asimismo la exactitud de las especies esperadas es 0, recordando que ambos valores (sesgo y exactitud) obtienen valores que van de -1 a 1 siendo 0 el menos sesgado y el más exacto, los valores obtenidos para este estrato nos indican un muestreo confiable.

Para el modelo de Clench en el estrato arbustivo, se obtiene un valor para la pendiente de 0.063 recordando que valores menores o iguales a 0.1 para la pendiente, indican un muestreo confiable, en este caso el muestreo resulta confiable.



**Figura IV. 33.** Gráfico de Clench para estrato arbustivo

De igual manera con un 95% de confiabilidad se registró el 96.5% de la vegetación en el área de la microcuenca para el estrato arbustivo, lo cual ratifica un muestreo confiable para





estimar índices de diversidad, asimismo el modelo de Clench (sustuyendo los valores en la ecuación nos indica que se pueden observar 17 especies, por lo que se considera confiable el muestreo realizado.

**Tabla IV. 51.** Valores de modelo de Clench para estrato arbustivo

<b>Modelo de Clench</b>	
% Confianza	95.00%
A	11.9261
B	0.676794
Pendiente	0.020
% Especies	0.965
Sitios	28.074
n	35
spp	17
Modelo de Clench	16.908

### Estrato cactáceo y agaváceo para vegetación de matorral subinerme

Al igual que para los estratos anteriores se realizaron 35 sitios de muestreo, se encontraron 10 especies pertenecientes al estrato cactáceo y agaváceo en los sitios realizados, a continuación se presenta el análisis no paramétrico y paramétrico (Clench) para dicho estrato.

**Tabla IV. 52.** Matriz de datos para estrato cactáceo y agaváceo de análisis del sistema ambiental

Especies		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m	
<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	5	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	7	3	0	0	0	7	1	6	0	4	3	8	0	0	4	8	0	0	0	0	3	0
<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	9	0	0	1	0	324	274	396	127	109	425	9	0	0	0	0	0	318	393	11	0	
<i>Opuntia pubescens</i>	11	12	8	13	9	0	0	1	2	0	4	18	28	12	3	5	2	0	0	11	7	
<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Opuntia engelmannii</i>	44	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Agave vivipara</i> L.	46	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Total general</b>		<b>20</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>335</b>	<b>276</b>	<b>408</b>	<b>129</b>	<b>113</b>	<b>432</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>318</b>	<b>393</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	
Especies		Sitios															Total general					
Nombre Científico	Clave	21m	22m	23m	24m	25m	27m	29m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	2a						
<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	<b>17</b>					
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	7	0	2	0	0	1	6	1	4	0	0	0	0	0	7	3	<b>71</b>					
<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	9	0	6	3	438	380	0	0	13	240	0	0	1	0	0	0	<b>3468</b>					
<i>Opuntia pubescens</i>	11	4	1	44	0	68	12	0	2	5	0	0	8	9	25	11	<b>324</b>					
<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>2</b>					
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>9</b>					



Especies		Sitios																				
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m	
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	26	0	20	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23					
<i>Opuntia engelmannii</i>	44	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	25					
<i>Agave vivipara</i> L.	46	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8					
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2					
<b>Total general</b>		7	29	59	438	450	19	1	21	245	0	1	9	12	35	15	3949					



Con respecto a los estimadores no paramétricos, CHAO1 indica que se deben encontrar 10 especies y ACE estima que deben ser 10 las especies esperadas, habiendo encontrado 10 especies durante el muestreo, a continuación, se presentan los valores para los análisis no paramétricos.

**Tabla IV. 53.** Estimadores no parametricos para estrato cactáceo y agaváceo

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	2.54	2.95	2.61
2	3.95	4.96	4.17
3	4.86	5.94	4.98
4	5.53	6.95	5.78
5	6.06	7.43	6.35
6	6.49	8.03	6.93
7	6.86	8.73	7.39
8	7.18	8.62	7.49
9	7.47	8.79	7.8
10	7.72	9.01	8.03
11	7.94	8.99	8.17
12	8.14	9.23	8.37
13	8.31	9.22	8.44
14	8.47	9.36	8.58
15	8.62	9.58	8.89
16	8.75	9.63	8.93
17	8.87	9.63	8.99
18	8.98	9.56	9.04
19	9.09	9.65	9.12
20	9.18	9.7	9.21
21	9.27	9.77	9.32
22	9.35	9.82	9.4
23	9.42	9.9	9.51
24	9.49	9.94	9.55
25	9.56	9.95	9.57
26	9.62	9.99	9.63
27	9.68	10.08	9.69
28	9.73	10.07	9.72
29	9.78	10.14	9.8
30	9.82	10.18	9.88



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
31	9.87	10.26	9.98
32	9.9	10.24	9.99
33	9.94	10.16	10.01
34	9.97	10.06	10
35	10	10	10
% de especies registradas		100	100

Como se observa en la tabla anterior de acuerdo con CHAO1 se pueden encontrar 10 especies, por lo que al haber encontrado 10 especies durante el muestreo, se registro el 100% de las especies esperadas. Asimismo, para el caso del estimador ACE nos indica que se pueden encontrar 10 especies, por lo que se registró el 100% de las especies esperadas de acuerdo con este estimador. A continuación, en la gráfica se puede observar que las especies observadas alcanzan la asintota para el estimador ACE, mientras que para el estimador CHAO1 las especies observadas se encuentran son igual a las estimadas.

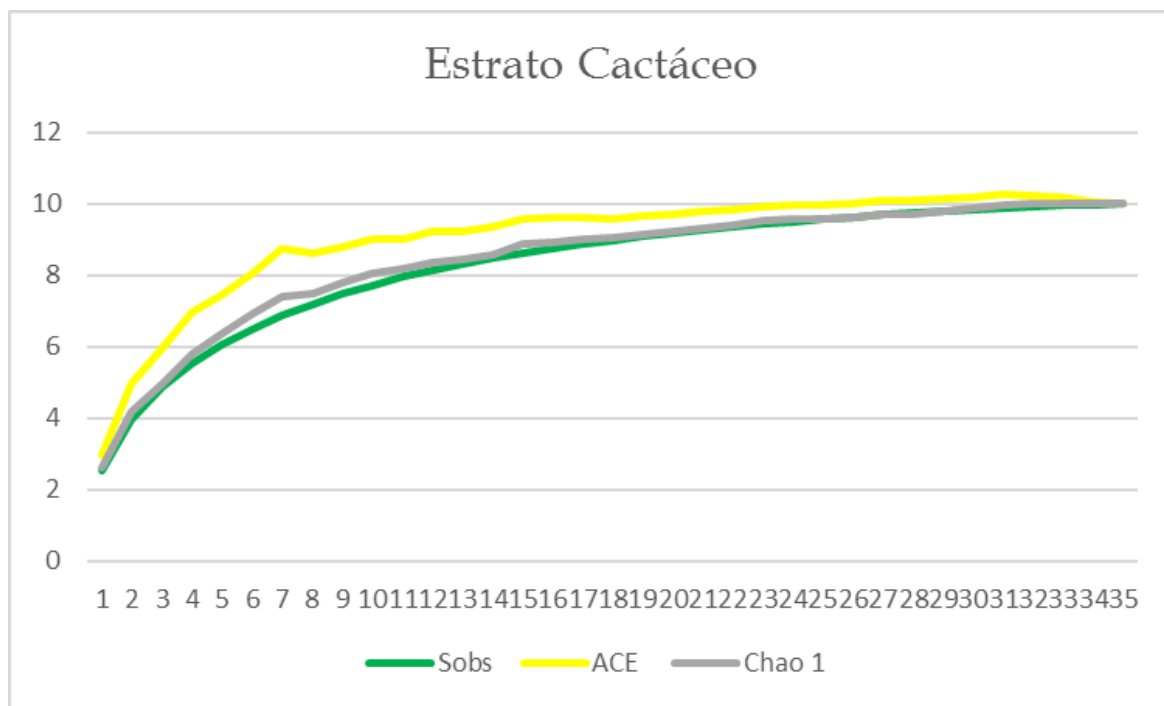


Figura IV. 34. Estimadores no paramétricos para estrato cactáceo y agaváceo

Tabla IV. 54. Sesgo y Exactitud

ACE		Chao1	
Sverdadera	10	Sverdadera	10
Sestimada	10	Sestimada	10



ACE		Chao1	
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Con respecto al sesgo y exactitud con que los estimadores determinan cuantas especies son las que pueden observarse, en el caso de ambos estimadores el sesgo es de 0 y la exactitud es de 0 por lo que al ser ambas 0 recordando que los valores que pueden alcanzar van de -1 a 1 y el valor de 0 es el valor ideal que indica que no existe sesgo y/o que la muestra es exacta, se observa que el sesgo no es significativo por lo que la estima es correcta, asimismo la exactitud de la estimación es 0 por lo que es confiable la estimación.

Para el análisis paramétrico (modelo de Clench) se obtuvo un valor para la pendiente de 0.033, se alcanza un valor menor a 0.1 por lo que el muestreo realizado es confiable. Por otro lado al sustituir los valores en el modelo de Clench, este nos indica que se pueden observar 10.9 especies, es decir que se alcanzó el valor de la asíntota que el modelo indica para el estrato cactáceo y agaváceo al haber observado 10 especies.

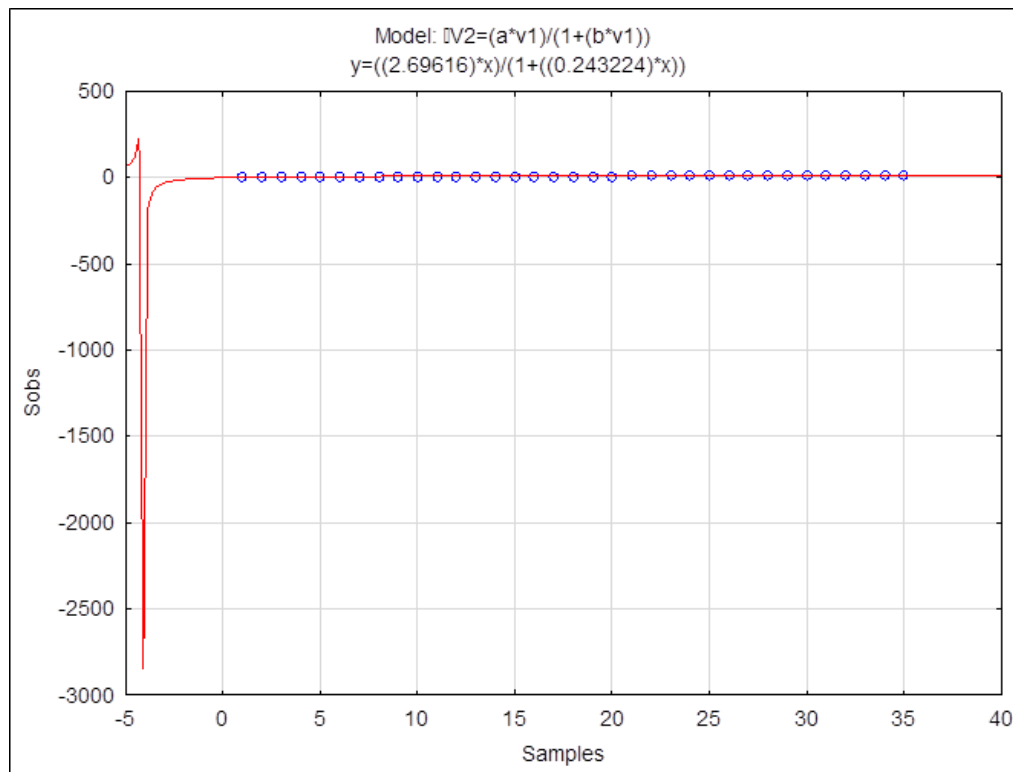


Figura IV. 35. Gráfico de Clench para estrato cactáceo y agaváceo



**Tabla IV. 55.** Valores de modelo de Clench para estrato cactáceo

<b>Modelo de Clench</b>	
% Confianza	95.00%
A	2.96616
B	0.243224
Pendiente	0.033
% Especies	0.820
Sitios	78.117
n	35
spp	10
Modelo de Clench	10.913

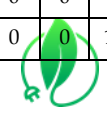
### Estrato Herbáceo para matorral subinermes

**Tabla IV. 56.** Matriz de datos para la microcuenca del estrato herbáceo

Especies		Sitios																			
Nombre Científico	Clave	7	10	17	18	20	22	24	25	26	27	34	37	11m	12m	15m	16m	17m	18m	1m	20m
<i>Sphaeralcea coulteri</i>	34	1	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	2	0	0	4	2
<i>Desmodium neomexicanum</i>	38	0	0	11	0	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0	10	1	0	0	0	0
<i>Bouteloua repens</i>	39	0	0	0	0	0	38	0	25	50	115	45	0	0	0	20	2	0	0	20	0
<i>Euragrostis intermedia</i>	45	1	50	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	60	38	0	0	0	0	20
<i>Sida abutilifolia</i>	54	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	12	0	0
<i>Heliotropium curassavicum</i>	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bouteloua hirsuta</i>	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bouteloua diversispicula</i>	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna covesii (A. Gray)</i>	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ludwigia octovalvis</i>	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cardiospermum corindum</i>	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Evolvulus alsinoides</i>	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mandevilla foliosa</i>	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total general</b>		2	52	11	15	0	38	42	25	54	115	46	11	22	77	68	5	0	12	24	22

Especies		Sitios															
Nombre Científico	Clave	21m	22m	23m	24m	25m	27m	29m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	2a	Total general
<i>Sphaeralcea coulteri</i>	34	0	10	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	59
<i>Desmodium neomexicanum</i>	38	0	0	40	0	19	5	0	0	0	3	0	1	14	2	0	112
<i>Bouteloua repens</i>	39	0	0	0	0	0	0	0	100	3	15	0	0	0	0	50	483
<i>Euragrostis intermedia</i>	45	0	6	36	0	6	60	63	0	0	14	0	30	1	70	0	495
<i>Sida abutilifolia</i>	54	0	0	16	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	17	67
<i>Heliotropium curassavicum</i>	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	17





Especies		Sitios																
<i>Bouteloua hirsuta</i>	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297
<i>Bouteloua diversispicula</i>	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	24
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Senna covesii (A. Gray)</i>	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6
<i>Ludwigia octovalvis</i>	66	15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
<i>Cardiospermum corindum</i>	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Evolvulus alsinoides</i>	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Mandevilla foliosa</i>	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>Total general</b>		<b>19</b>	<b>16</b>	<b>92</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>67</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>49</b>	<b>305</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>72</b>	<b>67</b>	<b>1601</b>	



**Tabla IV. 57.** Estimadores para estrato herbáceo

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	2	0	1.87
2	3.47	3.43	3.26
3	4.56	4.74	4.52
4	5.41	5.59	5.34
5	6.09	6.16	6
6	6.65	6.63	6.4
7	7.13	7.01	6.76
8	7.54	7.3	7.08
9	7.92	7.56	7.37
10	8.27	8.11	7.88
11	8.59	8.51	8.24
12	8.9	8.8	8.57
13	9.19	9.18	8.89
14	9.48	9.44	9.17
15	9.75	9.79	9.54
16	10.01	10.09	9.84
17	10.27	10.26	10.04
18	10.52	10.46	10.24
19	10.77	10.85	10.58
20	11.01	11.29	10.98
21	11.24	11.59	11.28
22	11.48	11.79	11.44
23	11.69	12.07	11.72
24	11.9	12.27	11.92
25	12.12	12.42	12.08
26	12.32	12.59	12.24
27	12.53	12.8	12.46
28	12.72	12.89	12.54
29	12.92	13.08	12.72
30	13.11	13.42	13.04
31	13.29	13.81	13.46
32	13.48	14.02	13.64
33	13.65	14.21	13.82



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
34	13.83	14.31	13.92
35	14	14.41	14
% de especies registradas		97	100

El estimador Chao1 determina que se pueden encontrar 14 especies para este estrato, el estimador ACE indica que se pueden encontrar 14.41 especies. Durante el muestreo se encontraron 14 especies, por lo que se registro el 97% y 100% de las especies esperadas, de esta manera los datos se consideran confiables para desarrollar índices de diversidad.

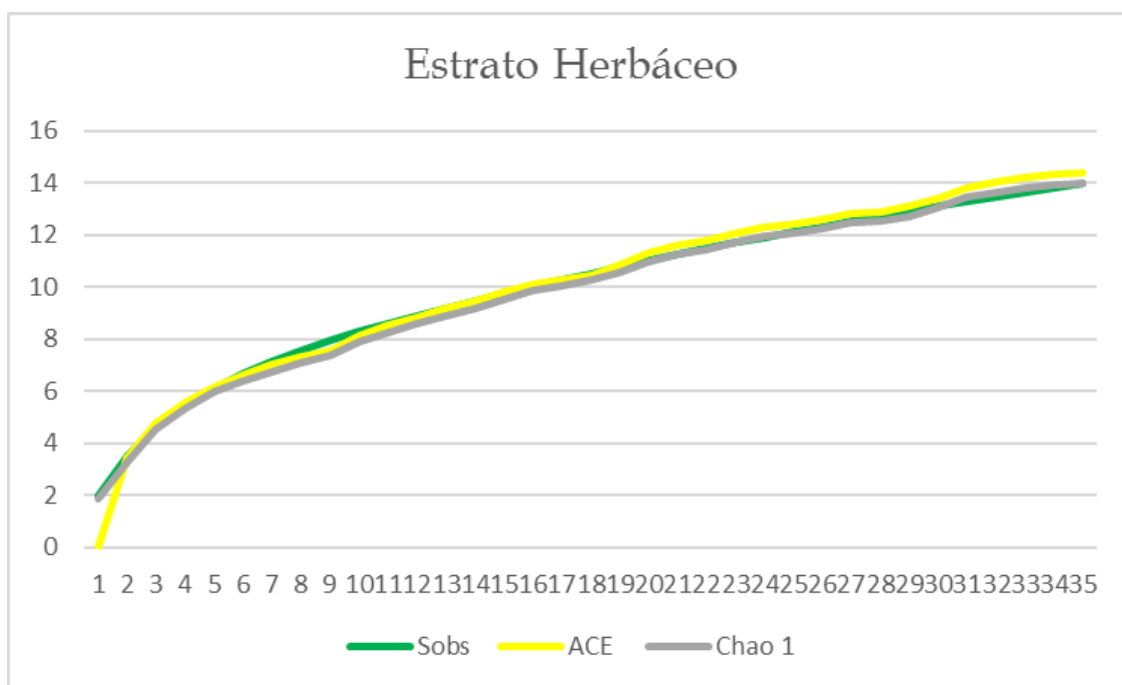


Figura IV. 36. Estimadores para estrato herbáceo

Tabla IV. 58. Sesgo y Exactitud

	ACE	Chao1
Sverdadera	14	Sverdadera
Sestimada	14.41	Sestimada
Sesgo	0.02928571	Sesgo
Exactitud	0.00085765	Exactitud

Con respecto al sesgo y exactitud de los estimadores y su determinación de las especies esperadas, para ambos parametros es 0, por lo que no existe sesgo con respecto a la estimación y el valor de 0 nos indica que la muestra es exacta.

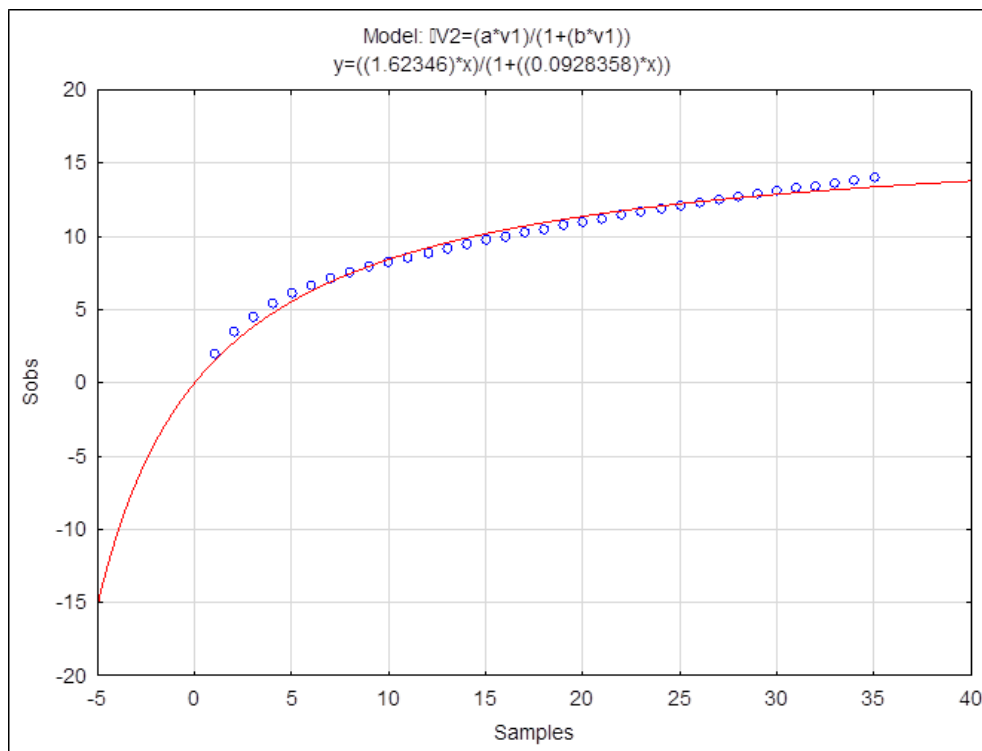


### Modelo paramétrico (Clench)

**Tabla IV. 59.** Valores para modelo de Clench del estrato herbáceo

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	1.62346
B	0.0928358
Pendiente	0.090
% Especies	0.801
Sitios	204.662
n	35
spp	14
Modelo de Clench	13.372

Con respecto al modelo de Clench, se registró el 80.1% de las especies de la microcuenca para este estrato, esto con un 95% de confiabilidad, se obtiene un valor para la pendiente de 0.090 recordando que valores menores o iguales a 0.1 indican muestreos confiables, en este caso el muestreo es altamente confiable para desarrollar índices de diversidad.



**Figura IV. 37.** Gráfico de Clench para estrato herbáceo



#### IV. 3.3. Análisis de diversidad de la vegetación del sistema ambiental

Una vez recabada la información anterior, se procedió a calcular los índices de riqueza específica correspondientes; siendo estos, el Índice de Shannon y la equitatividad de Pielou. Es importante resaltar que dichos índices se calcularon por estrato de vegetación, siendo los estratos, arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo. A continuación, se describe cada uno de los índices calculados.

##### **Índice de Shannon.**

El índice de Shannon pretende resolver la riqueza y la uniformidad de las especies en una expresión sencilla.

Para calcular el índice de Shannon es necesario seguir los siguientes pasos:

- Como primer paso, se calcula la "Abundancia Relativa" de cada especie. Donde se divide la abundancia, es decir el número de individuos de cada especie, entre el Número Total de individuos de la zona sujeta a cambio de uso del suelo.
- Finalmente se calcula el índice de Shannon, mismo que indica el nivel de diversidad de las especies, así como la distribución de las mismas.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum (P_i) (\text{LOG } P_i)$$

El índice de Shannon indica que todos los individuos que sean muestreados al azar, al momento de tomar una muestra que represente a todos los de la comunidad.

Pi = Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de  $n/N$ , que es la relación entre el número de individuos de la especie  $i$  ( $n_i$ ) y el número total de individuos de todas las especies ( $N$ ). En esta fórmula se utiliza el logaritmo natural ( $\ln$ ) para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con los mismos bases. El índice de Shannon - Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, su resultado es un valor estimado.



Con la finalidad de comparar el valor calculado para este índice (H CALCULADA), se obtiene el máximo valor alcanzable (H MAXIMA), mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$H_{MAX} = \ln SP$ ; Donde:

$H_{MAX}$  = Máximo valor alcanzable para el índice de Shannon

$\ln$  = Logaritmo natural

$SP$  = Número de especies presentes

### **Equitatividad de Pielou.**

Se calcula a partir de los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon.

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988)

Su fórmula es  $H\text{-CALCULADA}/H\text{-MÁXIMA}$

### **Índice de valor de importancia**

Por otro lado, se calculó el índice de valor de importancia de las especies florísticas a remover, el cual indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a las demás, esto en función de la cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie. Para el cálculo de dicho índice, es necesario conocer tres variables: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia. Las primeras dos variables corresponden al número de individuos de cada especie, en relación al número total de individuos de todas las especies; mientras que la dominancia indica el nivel de ocupación de los individuos; para obtener este último parámetro, es necesario conocer el área basal de los individuos fustales, y la cobertura aérea de arbustos y herbáceas. La fórmula para el cálculo de dicho índice se desglosa a continuación:

$$I.V.I = DR + FR + D$$

**Donde:**

**I.V.I** = Índice de Valor de Importancia.

**DR** = Densidad relativa

**FR** = Frecuencia relativa



D= Dominancia

**Nota. - La densidad es el número de individuos entre unidad de superficie, en este caso como unidad de superficie se está manejando una hectárea, por lo que para ajustar la densidad a una hectárea se divide el número de individuos entre el área muestreada.**

Los resultados del cálculo se muestran en las siguientes tablas y se anexa memoria de cálculo en anexo 5 en formato digital.

#### IV. 3.3.1. Índices de diversidad de la vegetación

**Tabla IV. 60.** Índices de diversidad del estrato arbóreo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	191	0.187071499	0.313581291
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	45	0.044074437	0.137594897
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	180	0.176297747	0.305979015
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	45	0.044074437	0.137594897
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	151	0.147894221	0.282664011
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	19	0.018609207	0.074140919
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	101	0.098922625	0.228849312
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	15	0.014691479	0.062005205
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	9	0.008814887	0.041705993
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	19	0.018609207	0.074140919
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	167	0.163565132	0.29614187
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	22	0.021547502	0.082688441
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	57	0.05582762	0.161089847
Totales		1021	1	2.198176616

H CALCULADA	2.198176616
H MÁXIMA	2.564949357
EQUITATIVIDAD	0.857005854



Se tiene un estrato diverso, en el cual las especies se encuentran distribuidas similarmente puesto que H.M. es de 2.56 y H.C. obtiene un valor de 2.19, al estar H.C. de H.M. cercana se infiere la similaridad de las especies, por lo que la equitatividad de las mismas es similar ya que se obtiene un valor de 0.85, la especie que se presenta en menor proporción es *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.).

**Tabla IV. 61.** Índices de diversidad del estrato arbustivo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Granjeno	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	73	0.032957111	0.11246773
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	345	0.155756208	0.289622947
Tesota	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	287	0.129571106	0.264781855
Vinorama	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	84	0.037923251	0.124092115
Agrito	<i>Celtis pallida</i> Torr.	10	0.004514673	0.02438114
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	34	0.015349887	0.064111062
Wereque	<i>Ibervillea sonora</i> (S. Watson) Greene	6	0.002708804	0.016012411
Tronadora	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	31	0.013995485	0.059747013
Cenizo	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	3	0.001354402	0.008945005
Papache	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	89	0.040180587	0.129155326
California	<i>Cottisia californica</i>	33	0.01489842	0.062670205
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	278	0.125507901	0.260477411
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	53	0.023927765	0.089315547
Vara blanca	<i>Croton sonora</i> Torr.	485	0.218961625	0.33257179
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	17	0.007674944	0.037375397
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	215	0.097065463	0.22639254
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	172	0.07765237	0.198441658
Totales		2215	1	2.30056115

H CALCULADA	2.30056115
H MÁXIMA	2.833213344
EQUITATIVIDAD	0.811997146

Se obtuvo un H.C. de 2.3 y un H.M. de 2.83 por lo que se observa que existe una diferencia pequeña entre el número de individuos y entre especies por lo que se obtiene un valor de equitatividad de 0.81, en este caso las especies dominantes son *Croton sonora* Torr y *Jatropha cardiophylla* (Torr.).





**Tabla IV. 62.** Índices de diversidad del estrato herbáceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	59	0.036851968	0.121642679
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	112	0.069956277	0.186075642
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	483	0.301686446	0.361531099
Zacate	<i>Euragrostis intermedia</i>	495	0.309181761	0.362925575
Sida	<i>Sida abutifolia</i>	67	0.041848844	0.132815305
Alacránillo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	17	0.010618364	0.048262271
Zacate	<i>Bouteloua hirsuta</i>	297	0.185509057	0.312518125
Zacate	<i>Bouteloua diversispicula</i>	24	0.014990631	0.062965595
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	0.00062461	0.004608609
Cocoro	<i>Senna covesii (A. Gray)</i>	6	0.003747658	0.020936755
Lupino	<i>Ludwigia octovalvis</i>	29	0.018113679	0.072655558
Farolitos	<i>Cardiospermum corindum</i>	5	0.003123048	0.018016695
Pico de pájaro	<i>Evolvulus alsinoides</i>	4	0.002498438	0.014970867
Cucaracha	<i>Mandevilla foliosa</i>	2	0.001249219	0.008351326
Totales		1601	1	1.728276102

H CALCULADA	1.728276102
H MÁXIMA	2.63905733
EQUITATIVIDAD	0.654883879

El estrato herbáceo es un estrato poco diverso y un H.C. de 1.72 y un H.M. de 2.63 por lo que existe dominancia de unas especies sobre otras, asimismo la equitatividad no es cercana a 1 ya que se obtiene 0.65 por lo que se denota la dominancia de una de las especies sobre otras. Para este estrato la especie dominante es *Euragrostis intermedia*.

**Tabla IV. 63.** Índices de diversidad del estrato cactáceo y agaváceo a nivel sistema ambiental (Índice de Shannon y Equitatividad de Pielou)

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Viejito	<i>Mammillaria grahamii Engelm.</i>	17	0.004304887	0.023453045
Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis (DC.)</i>	71	0.017979235	0.072250236
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii (Engelm.)</i>	3468	0.878197012	0.114064025
Siviri	<i>Opuntia pubescens</i>	324	0.082046088	0.205154121



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	2	0.000506457	0.003843034
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	9	0.002279058	0.013865773
Pitaya sina	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	23	0.005824259	0.029970028
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	25	0.006330717	0.032048252
Magüey	<i>Agave vivipara</i> L.	8	0.002025829	0.01256374
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	2	0.000506457	0.003843034
Totales		3949	1	0.511055287

H CALCULADA	0.511055287
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.221948491

El estrato cactáceo con una dominancia marcada entre especies ya que la equitatividad es de 0.22 lo que se ratifica con un H.C. de 0.51 y un H.M. de 2.30, recordando que entre más alejada este el valor de H.C. del H.M más marcada es la dominancia de las especies que presentan mayor número de individuos. En este caso la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii*.



A continuación, se presenta el índice de valor de importancia para los distintos tipos de vegetación y por estrato observados en el sistema ambiental.

**Tabla IV. 64.** Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m <sup>2</sup> /ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	191	109.143	18.707	27	15.429	6881.169797	37.466	71.601
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	45	25.714	4.407	14	8.000	1569.859459	8.547	20.955
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	180	102.857	17.630	22	12.571	5444.24038	29.642	59.843
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	45	25.714	4.407	16	9.143	95.6614963	0.521	14.071
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	151	86.286	14.789	14	8.000	980.4171949	5.338	28.127
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	19	10.857	1.861	11	6.286	67.45897025	0.367	8.514
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	101	57.714	9.892	22	12.571	1093.388059	5.953	28.417
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	15	8.571	1.469	8	4.571	456.8705996	2.488	8.528
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	9	5.143	0.881	5	2.857	159.5435389	0.869	4.607
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	19	10.857	1.861	9	5.143	16.77386078	0.091	7.095
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	167	95.429	16.357	22	12.571	714.0909217	3.888	32.816
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	22	12.571	2.155	1	0.571	0.000435299	0.000	2.726
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	57	32.571	5.583	4	2.286	887.1024234	4.830	12.698
Totales		1021	583.43	100	175	100.000	18366.57714	100.000	300

Como se observa en la tabla anterior la especie de mayor valor de importancia es la especie *Parkinsonia microphylla* Torr. con 71.60%, en segundo lugar, la especie *Olneya tesota* A. Gray con 59.84%, mientras que la especie de menor importancia es *Caesalpinia pulcherrima* 2.72%, coincidiendo con ser esta última especie la que presenta menor abundancia y menor frecuencia.



**Tabla IV. 65.** Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Granjeno	<i>Lycium berlandieri Dunal</i>	73	41.714	3.296	25	10.040	52.19643994	3.001	16.337
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla (Torr.)</i>	345	197.143	15.576	28	11.245	313.5737174	18.031	44.852
Tesota	<i>Acacia greggii A. Gray</i>	287	164.000	12.957	29	11.647	380.6798419	21.890	46.494
Vinorama	<i>Vachellia constricta (Benth.) Seigler &amp; Ebinger</i>	84	48.000	3.792	14	5.622	125.6557624	7.226	16.640
Agrito	<i>Celtis pallida Torr.</i>	10	5.714	0.451	6	2.410	2.961893554	0.170	3.031
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens A.Gray</i>	34	19.429	1.535	13	5.221	48.89776766	2.812	9.568
Wereque	<i>Ibervillea sonora (S. Watson) Greene</i>	6	3.429	0.271	4	1.606	0.073288869	0.004	1.882
Tronadora	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>	31	17.714	1.400	2	0.803	54.16105735	3.114	5.317
Cenizo	<i>Condalia globosa I.M. Johnst.</i>	3	1.714	0.135	1	0.402	1.081605471	0.062	0.599
Papache	<i>Randia thurberi S. Watson</i>	89	50.857	4.018	18	7.229	66.56249435	3.828	15.075
California	<i>Cottisia californica</i>	33	18.857	1.490	8	3.213	7.156099266	0.411	5.114
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri S. Watson</i>	278	158.857	12.551	26	10.442	335.4716055	19.291	42.283
Rama blanca	<i>Encelia farinosa A. Gray ex Torr.</i>	53	30.286	2.393	11	4.418	6.454491867	0.371	7.182
Vara blanca	<i>Croton sonora Torr.</i>	485	277.143	21.896	23	9.237	173.5359682	9.979	41.112
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	17	9.714	0.767	8	3.213	14.55903795	0.837	4.818
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	215	122.857	9.707	20	8.032	78.76919748	4.529	22.268
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	172	98.286	7.765	13	5.221	77.24453769	4.442	17.428
Totales		2215	1265.71	100	249	100.000	1739.034807	100.000	300

La especie de menor valor de importancia es *Ibervillea sonora (S. Watson) Greene* con 1.88%, las de mayor valor de importancia son *Acacia greggii A. Gray* con 46.49%, *Jatropha cardiophylla (Torr.)* con 44.85 y *Caesalpinia palmeri S. Watson* con 42.28%.



**Tabla IV. 66.** Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	59	33.714	3.685	9	12.857	1.384769162	23.259	39.802
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	112	64.000	6.996	13	18.571	0.095650276	1.607	27.174
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	483	276.000	30.169	12	17.143	0.335566975	5.636	52.948
Zacate	<i>Euragrostis intermedia</i>	495	282.857	30.918	15	21.429	0.425237006	7.143	59.489
Sida	<i>Sida abutifolia</i>	67	38.286	4.185	8	11.429	3.194147011	53.651	69.264
Alacránillo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	17	9.714	1.062	1	1.429	0.033211122	0.558	3.048
Zacate	<i>Bouteloua hirsuta</i>	297	169.714	18.551	1	1.429	0.013329329	0.224	20.203
Zacate	<i>Bouteloua diversispicula</i>	24	13.714	1.499	2	2.857	0.014361566	0.241	4.597
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	0.571	0.062	1	1.429	0.02585082	0.434	1.925
Cocoro	<i>Senna covesii</i> (A. Gray)	6	3.429	0.375	2	2.857	0.099364088	1.669	4.901
Lupino	<i>Ludwigia octovalvis</i>	29	16.571	1.811	3	4.286	0.23938936	4.021	10.118
Farolitos	<i>Cardiospermum corindum</i>	5	2.857	0.312	1	1.429	0.08975979	1.508	3.249
Pico de pájaro	<i>Evolvulus alsinoides</i>	4	2.286	0.250	1	1.429	0.000718078	0.012	1.690
Cucaracha	<i>Mandevilla foliosa</i>	2	1.143	0.125	1	1.429	0.002243995	0.038	1.591
Totales		1601	914.86	100	70	100.000	5.953598578	100.000	300

Para el caso del estrato herbáceo las especies de mayor valor de importancia es *Sida abutifolia* con 69.26%, en segundo lugar, la especie *Euragrostis intermedia* con 59.48% y en tercer lugar la especie *Bouteloua repens* con 52.94%, la de menor valor de importancia es *Mandevilla foliosa* con 1.59%.

**Tabla IV. 67.** Índice de valor de importancia del estrato cactáceo

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
--------------	-------------------	------------	--------------------------	-------------	------------	---------------	--------------------	---------------	----------------------



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	17	9.714	0.430	8	8.989	0.078012478	0.017	9.436
Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	71	40.571	1.798	17	19.101	12.46588453	2.712	23.611
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	3468	1981.714	87.820	18	20.225	222.389215	48.388	156.432
Siviri	<i>Opuntia pubescens</i>	324	185.143	8.205	26	29.213	188.4800308	41.010	78.428
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	2	1.143	0.051	2	2.247	3.397408055	0.739	3.037
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	9	5.143	0.228	6	6.742	13.5298522	2.944	9.913
Pitaya sina	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	23	13.143	0.582	4	4.494	6.424556977	1.398	6.475
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	25	14.286	0.633	5	5.618	7.161709253	1.558	7.809
Maguey	<i>Agave vivipara</i> L.	8	4.571	0.203	2	2.247	4.910982516	1.069	3.518
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	2	1.143	0.051	1	1.124	0.760085903	0.165	1.340
Totales		3949	2256.57	100	89	100.000	459.5977377	100.000	300

La especie de más valor de importancia es *Cylindropuntia bigelovii* con 156.43%, en segundo lugar, la especie *Opuntia pubescens* con 78.42%, en tercer lugar, la especie *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) con 23.61%. La especie de menor valor de importancia *Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm. ex S. Watson) con 1.34%.

Como se puede observar la vegetación corresponde a matorral, con presencia de especies que pertenecen al matorral subtropical, dominan los arbustos de folios pequeños, como es común en los matorrales, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación y como se ha mencionado dominan los arbustos con dominancia de especies con folios pequeños con mayor densidad del estrato cactáceo.



#### IV. 3.4. Análisis de la diversidad de la vegetación del área del proyecto

Una vez obtenido el número de individuos de cada una de las especies presentes en el área de afectación, es necesario demostrar que, al ser removidos para el desarrollo del presente proyecto, no se verá comprometida su presencia y permanencia en la microcuenca hidrológico forestal en que se ubica el proyecto, para lo cual a continuación se presenta el análisis no paramétrico y la ecuación de Clench para demostrar que el inventario realizado es fiable para el desarrollo de los análisis de diversidad.

##### Análisis no paramétrico

Se realizó el análisis con estimadores no paramétricos, para este análisis se tomaron en consideración el estimador CHAO1 y ACE, los cuales son estimadores de abundancia y de abundancia basado en cobertura respectivamente. A continuación, se presentan los resultados del análisis con estimadores no paramétricos.

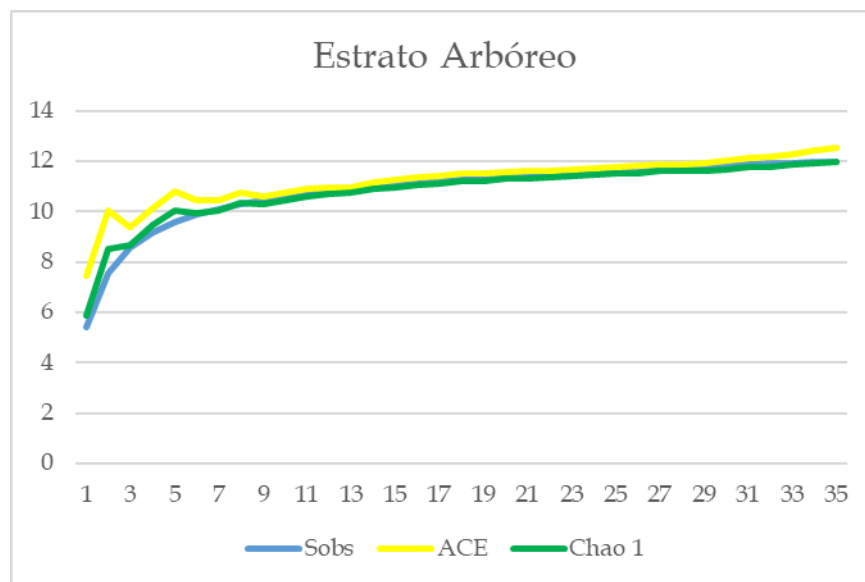


Figura IV. 38. Estimadores no paramétricos del estrato arbóreo de CUS.

Tabla IV. 68. Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato arbóreo del proyecto

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	5.4	7.43	5.88
2	7.53	10.06	8.52
3	8.58	9.4	8.66
4	9.19	10.15	9.47



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
5	9.59	10.79	10.05
6	9.89	10.43	9.95
7	10.11	10.47	10.05
8	10.3	10.74	10.33
9	10.45	10.63	10.32
10	10.58	10.78	10.47
11	10.7	10.9	10.59
12	10.8	10.97	10.69
13	10.89	10.95	10.74
14	10.98	11.17	10.9
15	11.06	11.26	10.98
16	11.13	11.39	11.06
17	11.2	11.44	11.12
18	11.27	11.52	11.24
19	11.33	11.51	11.24
20	11.39	11.58	11.3
21	11.44	11.6	11.32
22	11.5	11.65	11.36
23	11.54	11.68	11.4
24	11.59	11.73	11.48
25	11.64	11.76	11.5
26	11.68	11.81	11.54
27	11.72	11.88	11.6
28	11.76	11.88	11.6
29	11.8	11.93	11.64
30	11.84	12.03	11.7
31	11.88	12.13	11.76
32	11.91	12.19	11.8
33	11.94	12.31	11.88
34	11.97	12.42	11.94
35	12	12.54	12
% de especies registradas		96	100

Como se puede apreciar en la Tabla IV.68, las especies estimadas de CHAO1 y ACE concuerdan con las encontradas en el muestreo en el área de CUS, se puede observar que el porcentaje de las especies encontradas rondan entre el 96% y el 100%, recordando que el 80% se puede tomar como aceptable para hacer el análisis de diversidad, se concluye que el muestreo realizado para el estrato arbóreo es aceptable para obtener estos índices.





Al aplicar las fórmulas de sesgo y exactitud los resultados son los siguientes:

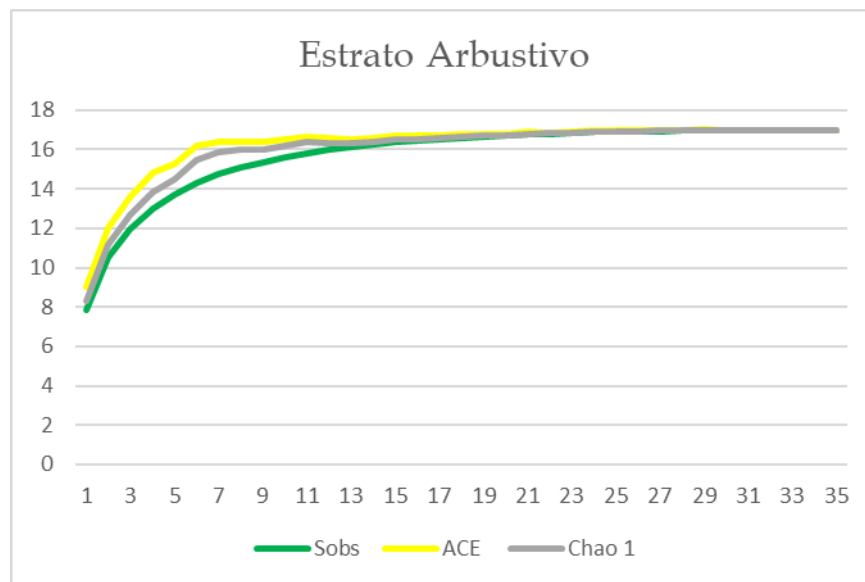
**Tabla IV. 69.** Determinación de sesgo y exactitud para el estrato arbóreo de la zona de afectación

ACE		Chao1	
Sverdadera	12	Sverdadera	12
Sestimada	12.54	Sestimada	12
Sesgo	0.045	Sesgo	0
Exactitud	0.002025	Exactitud	0

Los resultados obtenidos en la tabla anterior nos muestran que hay un ligero sesgo según ACE el cual es de 0.045 y una exactitud del 0.002025 así como el sesgo según CHAO1 el cual es nulo (0) y una exactitud de cero, lo cual nos indica que no existe sesgo ni exactitud.

A continuación, se hace el análisis no paramétrico del estrato arbustivo para el área de afectación.

Pasamos a desarrollar el análisis por medio de estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo.



**Figura IV. 39.** Estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del área de afectación.

**Tabla IV. 70.** Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del área de afectación



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	7.86	9.03	8.29
2	10.51	12.04	11.2
3	11.99	13.57	12.68
4	12.99	14.83	13.86
5	13.72	15.29	14.49
6	14.28	16.21	15.49
7	14.73	16.38	15.9
8	15.08	16.41	15.97
9	15.38	16.41	16.02
10	15.62	16.5	16.2
11	15.83	16.62	16.36
12	16	16.57	16.35
13	16.14	16.51	16.3
14	16.27	16.57	16.39
15	16.37	16.7	16.54
16	16.46	16.7	16.55
17	16.54	16.71	16.59
18	16.61	16.75	16.66
19	16.67	16.78	16.7
20	16.73	16.78	16.72
21	16.77	16.88	16.8
22	16.81	16.87	16.82
23	16.85	16.9	16.86
24	16.88	16.98	16.94
25	16.9	16.97	16.94
26	16.92	16.96	16.94
27	16.94	17	16.98
28	16.96	16.99	16.98
29	16.97	17.01	17
30	16.98	17	17
31	16.99	17	17
32	16.99	17	17
33	17	17	17
34	17	17	17
35	17	17	17
% de especies registradas		100	100

Como se puede apreciar en la Tabla IV.70 el valor de las especies según CHAO1 y ACE es similar a las encontradas en el muestreo, se observa que se ha registrado el 100% de las



especies según el análisis no paramétrico por lo que se puede aserir que el muestreo realizado es confiable para obtener el análisis de diversidad.

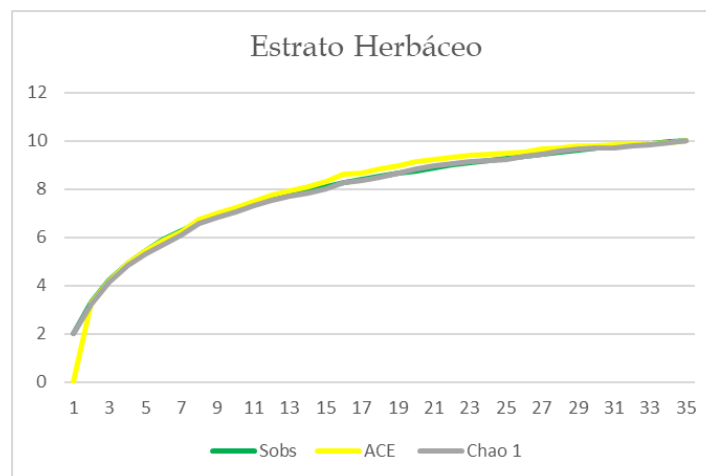
Al aplicar las fórmulas de sesgo y exactitud los resultados son los siguientes:

**Tabla IV. 71.** Determinación de sesgo y exactitud para el estrato arbustivo de afectación.

ACE		Chao1	
Sverdadera	17	Sverdadera	17
Sestimada	17	Sestimada	17
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Según los indicadores de CHAO1 y ACE, no existe sesgo en la muestra y se considera exacta.

Pasamos a desarrollar el análisis por medio de estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo.



**Figura IV. 40.** Estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del área de CUS.

**Tabla IV. 72.** Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del área de CUS.

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	2	0	2
2	3.31	3.28	3.24
3	4.22	4.19	4.12
4	4.91	4.94	4.82

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
5	5.46	5.45	5.3
6	5.9	5.88	5.72
7	6.28	6.21	6.1
8	6.61	6.75	6.58
9	6.9	7.01	6.84
10	7.15	7.23	7.06
11	7.38	7.47	7.3
12	7.58	7.74	7.54
13	7.77	7.92	7.68
14	7.94	8.09	7.82
15	8.1	8.29	8.02
16	8.25	8.61	8.26
17	8.39	8.67	8.34
18	8.52	8.82	8.5
19	8.64	8.96	8.66
20	8.76	9.14	8.84
21	8.88	9.22	8.96
22	8.99	9.32	9.04
23	9.08	9.41	9.12
24	9.18	9.45	9.18
25	9.27	9.48	9.22
26	9.36	9.53	9.34
27	9.45	9.65	9.46
28	9.53	9.71	9.56
29	9.61	9.77	9.64
30	9.68	9.79	9.68
31	9.75	9.83	9.72
32	9.82	9.87	9.8
33	9.88	9.87	9.82
34	9.94	9.92	9.9
35	10	10	10
% de especies registradas		100	100

Como se puede observar en la tabla anterior, el resultado de los indicadores de CHAO1 y ACE coinciden con las especies encontradas durante el muestreo.

Al aplicar las fórmulas de sesgo y exactitud los resultados son los siguientes:

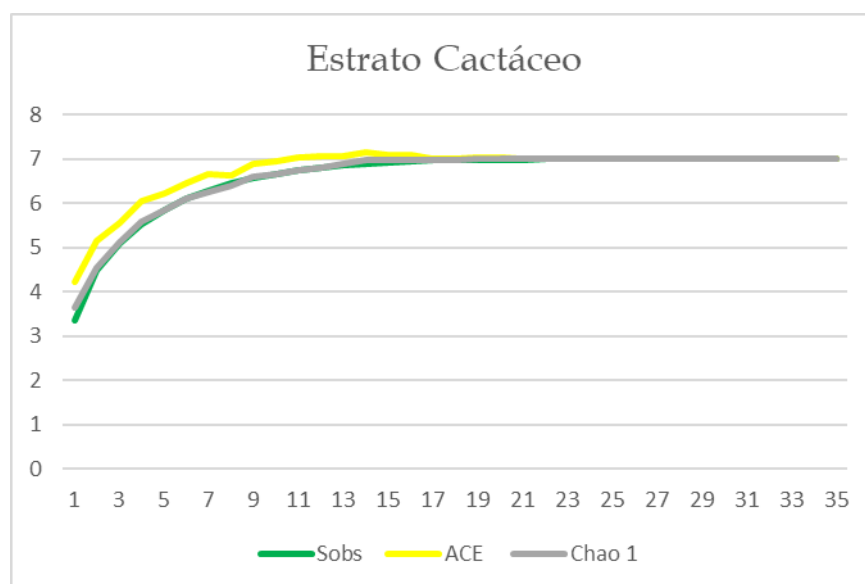


**Tabla IV. 73.** Determinación de sesgo y exactitud para el estrato herbáceo de CUS.

ACE		Chao1	
Sverdadera	10	Sverdadera	10
Sestimada	10	Sestimada	10
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

Como se puede observar, no existe sesgo para ninguno de los indicadores CHAO1 y ACE, y el análisis de la exactitud del muestreo se considera exacto, por lo que se concluye que el muestreo realizado para el estrato herbáceo se considera confiable para obtener los índices de diversidad.

Por último, se hace el desarrollo del análisis por medio de estimadores no paramétricos para el estrato cactáceo que se encontró en la zona de CUS.



**Tabla IV. 74.** Estimadores no paramétricos para el estrato cactáceo del área de CUS.

**Tabla IV. 75.** Datos de los estimadores no paramétricos para el estrato cactáceo del área de CUS.

Samples	Sobs	ACE	Chao 1
1	3.37	4.22	3.66



Samples	Sobs	ACE	Chao 1
2	4.48	5.16	4.56
3	5.11	5.56	5.14
4	5.54	6.05	5.58
5	5.85	6.22	5.84
6	6.1	6.45	6.12
7	6.29	6.66	6.26
8	6.45	6.64	6.4
9	6.57	6.88	6.6
10	6.67	6.95	6.66
11	6.75	7.05	6.76
12	6.81	7.07	6.82
13	6.86	7.06	6.9
14	6.9	7.15	6.98
15	6.93	7.09	6.98
16	6.95	7.09	6.98
17	6.97	7.02	6.98
18	6.98	7.02	6.98
19	6.99	7.04	7
20	6.99	7.04	7
21	6.99	7.02	7
22	7	7.02	7
23	7	7.02	7
24	7	7	7
25	7	7	7
26	7	7	7
27	7	7	7
28	7	7	7
29	7	7	7
30	7	7	7
31	7	7	7
32	7	7	7
33	7	7	7
34	7	7	7
35	7	7	7
% de especies registradas		100	100



Como se puede observar en la tabla anterior, los indicadores de CHAO1 y ACE nos dicen que se han registrado el total de las especies que se pueden encontrar en el área de CUS para el estrato cactáceo, encontrando según los datos el 100% de las especies, lo cual nos confirma que el muestreo realizado es confiable para la elaboración de los índices de diversidad del estrato cactáceo.

Al aplicar las fórmulas de sesgo y exactitud los resultados son los siguientes:

**Tabla IV. 76.** Determinación de sesgo y exactitud para el estrato cactáceo de CUS.

ACE		Chao1	
Sverdadera	7	Sverdadera	7
Sestimada	7	Sestimada	7
Sesgo	0	Sesgo	0
Exactitud	0	Exactitud	0

La determinación del sesgo y exactitud para el análisis del estrato cactáceo nos dice que los resultados son exactos y no hay sesgo en la muestra para los casos de los dos indicadores CHAO y ACE.

Como ya se mencionó, se realizaron 35 sitios en el área sujeta a cambio de uso de suelo, cada uno de 500 m<sup>2</sup>, estos sitios se hicieron para los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceo, para el estrato herbáceo se hicieron cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> dentro de los sitios mencionados, la ubicación de los cuadrantes es a 3 metros al norte.

### Ecuación de Clench

A continuación, se presenta el análisis con respecto a la ecuación de Clench, según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme se incremente el esfuerzo de muestreo, en este caso, al incrementar las áreas de muestreo. El análisis se realiza en el programa Estimate 9.10 el aleatoriza los datos para posteriormente procesarlos en el programa Statistica 13.2, en el cual se analizan los datos de la siguiente manera:

1. Primeramente debemos construir la matriz de datos, una matriz en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo.



2. El archivo se carga en el programa Estimates y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (recomendamos un mínimo de 100).
3. De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.
4. Estos resultados se exportan a un programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal.
5. En el submódulo que permite al usuario introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación específica del programa empleado. En este caso ajustaremos el modelo de Clench.

$$V2=(a*v1) / (1+(b*v1))$$

6. Seguidamente se selecciona el método de ajuste o de estimación de los parámetros del modelo. Emplearemos el método de Simplex and Quasi Newton.
7. En los resultados se obtiene lo siguiente:
  - i) El coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>). Un valor cercano a 1, indica un buen ajuste del modelo.
  - ii) Los parámetros de la función, a y b.
  - iii) La gráfica de la función ajustada a los datos.
8. Con los datos obtenidos se evalúa la calidad del inventario calculando la pendiente al final de la curva, para Clench, pendiente (en un punto n) =  $a / (1+b*n)^2$

Está pendiente, menor de 0.1, nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable.

La proporción de flora registrada también nos da idea de la calidad del inventario:

$$\text{Sobs}/(a/b)$$

Finalmente se estima el esfuerzo de muestreo necesario para registrar una determinada proporción de flora.

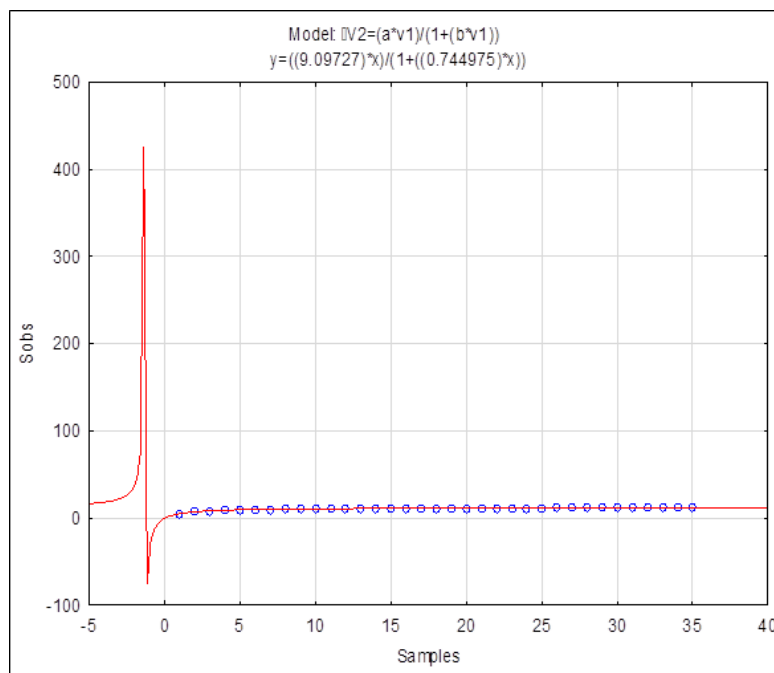




$$n_{0.95} = 0.95 / [b * (1 - 0.95)]$$

A medida que el inventario se va completando se hace más difícil capturar especies nuevas; cuando los inventarios poseen un alto grado de fiabilidad, el esfuerzo necesario para aumentar la proporción de flora encontrada puede ser desproporcionadamente elevado. Es muy probable que la relación entre el coste (temporal, económico, humano) y la mejora en los resultados no compense; puesto que el conocimiento de la flora no aumentará.

A continuación, se muestran los resultados de dicho procedimiento (ecuación de Clench) para el muestreo realizado:



**Figura IV. 41.** Gráfico de Clench para el estrato arbóreo

**Tabla IV. 77.** Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	9.09727
B	0.744975
Pendiente	0.012
% Especies	0.983
Sitios	25.504



Modelo de Clench	
n	35
spp	12
Modelo de Clench	12

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 98.3% de las especies que pudieron haberse encontrado en el tipo de vegetación de **Matorral Subtropical** que se encuentra dentro del área de CUSTF, el número de sitios realizados fueron 35, según el modelo de Clench para registrar el 100% de las especies, debieron haberse realizado 25.504 sitios, las especies encontradas en el área de CUSTF fueron 12 y al aplicar el modelo de Clench, el número de especies resulta 12. Al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.012, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

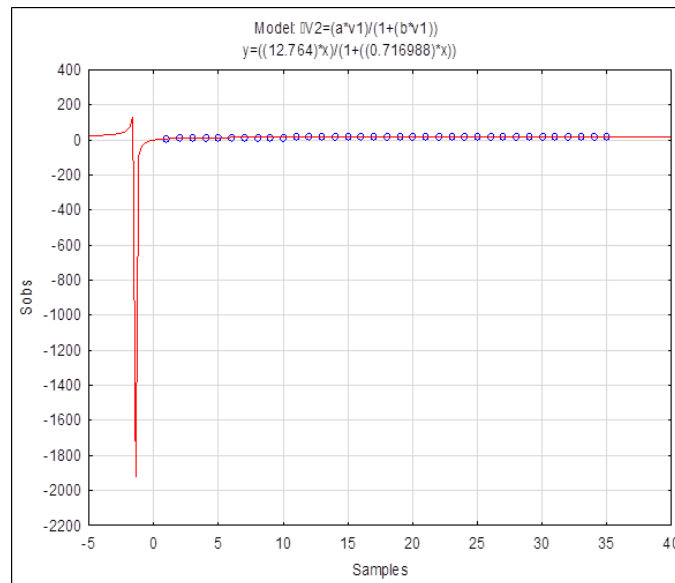


Figura IV. 42. Gráfico de Clench para el estrato arbustivo.

Tabla IV. 78. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	12.764
B	0.716988
Pendiente	0.019
% Especies	0.955



Modelo de Clench	
Sitios	26.500
n	35
spp	17
Modelo de Clench	17.120

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 95.5% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de **Matorral Subtropical** que se encuentra dentro del área de CUSTF, el número de sitios realizados fueron 35 donde se encontraron 17 especies. Para registrar el total de las especies se debió haber muestreado en 26.5 sitios adicionales, esto con una confiabilidad del 95%. Al aplicar el modelo de Clench y sustituir los valores de A y B encontrados, nos arroja el resultado de 17.12 especies, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.019, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

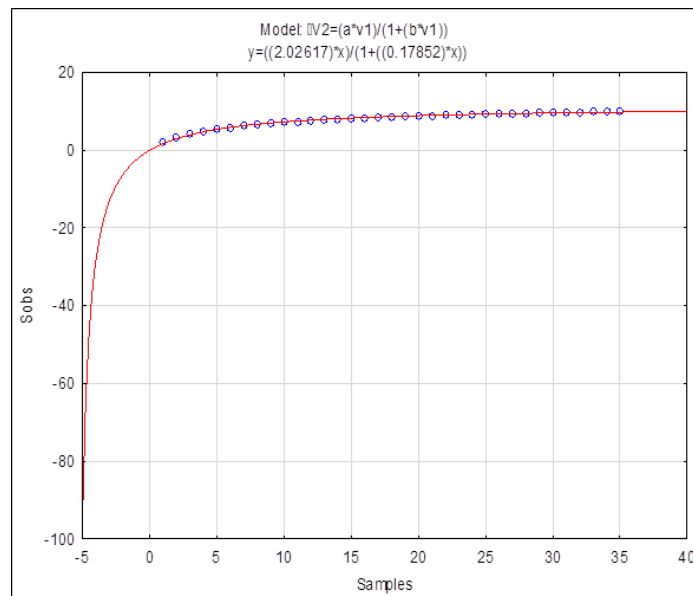


Figura IV. 43. Gráfico de Clench para el estrato herbáceo.

Tabla IV. 79. Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	2.02617
B	0.17852



Modelo de Clench	
Pendiente	0.039
% Especies	0.881
Sitios	106.431
n	35
spp	10
Modelo de Clench	9.784

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 88.1% de las especies que pudieron haberse encontrado del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de **Matorral Subtropical** que se encuentra dentro del área de CUSTF, el número de sitios realizados fueron 35 donde se encontraron 10 especies, estos datos con una confiabilidad del 95%. Para registrar el total de las especies se debió haber mostrado en 106.43 sitios adicionales, lo cual deja de ser viable y factible, al aplicar el modelo de Clench sustituyendo los valores de A y B encontrados, se obtiene que las especies debieron haber resultado 9.784, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.039, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

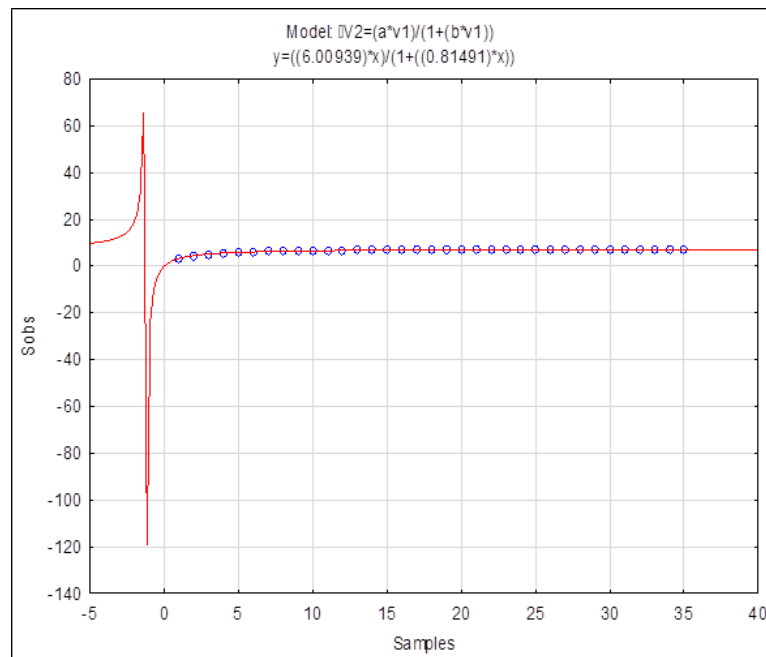


Figura IV. 44. Gráfico de Clench para el estrato cactáceo.

**Tabla IV. 80.** Parámetros de aplicación de modelo de Clench.

Modelo de Clench	
% Confianza	95.00%
A	6.00939
B	0.81491
Pendiente	0.007
% Especies	0.949
Sitios	23.315
n	35
spp	7
Modelo de Clench	7.125

Como se observa en la tabla anterior, se ha registrado el 94.9% de las especies con una confiabilidad del 95%, para registrar el 100% de las especies, se debieron haber realizado 23.315 sitios adicionales en el tipo de vegetación de **Matorral subtropical** que se encuentra dentro del área de CUSTF, el número de sitios realizados fueron 35 donde se encontraron 7 especies, al aplicar el modelo de Clench usando los valores de A y B encontrados, el número de especies que se pudieron haber encontrado es de 7.125, al correlacionar lo anterior con la pendiente de la curva (Clench) con un valor de 0.007, se considera que el inventario es bastante fiable, puesto que Clench indica que valores de pendiente menores a 0.1 resultan en un inventario de fiabilidad para analizar diversidad.

Hasta el momento el análisis realizado para las especies encontradas en el tipo de vegetación de **matorral subtropical** demuestra que el inventario realizado en este tipo de vegetación es confiable para realizar el análisis de diversidad.

Para dar continuidad a los datos, es necesario calcular la abundancia y diversidad de la vegetación presente a nivel área de afectación. Para realizar dicha estimación, existen varios índices de diversidad ampliamente utilizados para el análisis de la vegetación presente en ecosistemas forestales.

Para realizar dichos cálculos se utilizó el índice de Shannon, mismo que pretenden estimar la riqueza y la uniformidad de las especies en una expresión sencilla. Para calcular el índice de Shannon es necesario seguir los siguientes pasos:



- Calcular el índice de Shannon, mismo que indica el nivel de diversidad de las especies, así como la distribución de las mismas.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum (P_i) (\text{LOG } P_i)$$

El índice de Shannon indica que todos los individuos que sean muestreados al azar, al momento de tomar una muestra, esta representa a todos los de la comunidad.

$P_i$  = Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de  $n/N$ , que es la relación entre el número de individuos de la especie  $i$  ( $n_i$ ) y el número total de individuos de todas las especies ( $N$ ). Esta fórmula utiliza el logaritmo natural ( $\ln$ ) para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con la misma base.

El índice de Shannon - Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, resultados es un valor estimado.

Con la finalidad de comparar el valor calculado para este índice ( $H$  CALCULADA), se obtiene el máximo valor alcanzable ( $H$  MAXIMA), mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$$H \text{ MAX} = \ln SP$$

Donde:

$H$  MAX= Máximo valor alcanzable para el índice de Shannon

$\ln$ = Logaritmo natural

$SP$ = Número de especies presentes

### ***Equitatividad de Pielou***

Se calcula a partir de los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988) Su fórmula es:

$$H\text{-CALCULADA}/H\text{-MÁXIMA}$$



### Índice de valor de importancia

Por otro lado, se calculó el índice de valor de importancia de las especies florísticas a remover, el cual indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a las demás, esto en función de la cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie. Para el cálculo de dicho índice, es necesario conocer tres variables: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia. Las primera dos variables corresponden al número de individuos de cada especie, en relación al número total de individuos de todas las especies; mientras que la dominancia indica el nivel de ocupación de los individuos; para obtener este último parámetro, es necesario conocer el área basal de los individuos fustales, y la cobertura aérea de arbustos y herbáceas. La fórmula para el cálculo de dicho índice se desglosa a continuación:

$$I.V.I = DR+FR+D$$

**Donde:**

**I.V.I** = Índice de Valor de Importancia.

**DR**= Densidad relativa

**FR**= Frecuencia relativa

**D**= Dominancia

NOTA. - La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas en un área determinada. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada:  $D = N/A$ . Para el caso del cálculo de densidad se dividió el número de individuos entre el área muestreada para ajustar la densidad a una hectárea, recordando que densidad es igual al número de individuos entre unidad de superficie (m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>, ha), en este caso una hectárea. Por lo tanto, para calcular densidad se dividió el número de individuos entre la superficie muestreada para obtener la densidad para una hectárea, como referencia bibliográfica: Piñal J., Martínez J. (2014). Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación. Barcelona. Lynx Ediciones, Bellaterra.

Los resultados de dichos índices se muestran en las tablas IV.31 a IV.34.

A continuación, se presentan los índices obtenidos del análisis.



**Tabla IV. 81.** Índices del estrato arbóreo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi) ]
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	296	0.290196078	0.359030139
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	95	0.093137255	0.221078134
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	157	0.153921569	0.288035294
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	34	0.033333333	0.113373246
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	154	0.150980392	0.28544433
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	11	0.010784314	0.048849303
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	113	0.110784314	0.243744333
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	8	0.007843137	0.038024442
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	10	0.009803922	0.045342871
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	24	0.023529412	0.088223625
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	117	0.114705882	0.248382279
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	0.000980392	0.006791723
Totales		1020	1	1.98631972

H CALCULADA	1.98631972
H MÁXIMA	2.48490665
EQUITATIVIDAD	0.799353859

Para el estrato arbóreo se obtiene un valor para Shannon H.C de 1.98631972 es decir que el estrato arbóreo es medianamente poco diverso, o de una diversidad media baja. Se observan 12 especies, el valor máximo que puede encontrarse para Shannon H.M es de 2.48490665, indicando que hay una equitatividad de 0.799353859.

**Tabla IV. 82.** Índices del estrato arbustivo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi) ]
Granjeno	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	83	0.032308291	0.110895993
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	369	0.143635656	0.27872145
Tesota	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	534	0.207862982	0.326527002
Vinorama	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	141	0.054885169	0.159304868
Agrito	<i>Celtis pallida</i> Torr.	14	0.005449591	0.02840444





Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	24	0.009342156	0.043657935
Wereque	<i>Ibervillea sonorae</i> (S. Watson) Greene	12	0.004671078	0.025066712
Tronadora	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	11	0.004281822	0.023350387
Cenizo	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	5	0.001946283	0.012148373
Papache	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	67	0.026080187	0.095103472
California	<i>Cottisia californica</i>	10	0.003892565	0.021598626
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	434	0.16893733	0.300408999
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	10	0.003892565	0.021598626
Vara blanca	<i>Croton sonorae</i> Torr.	447	0.173997664	0.304272048
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	10	0.003892565	0.021598626
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	312	0.121448034	0.256045103
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	86	0.033476061	0.113715658
Totales		2569	1	2.142418316

H CALCULADA	2.142418316
H MÁXIMA	2.833213344
EQUITATIVIDAD	0.756179665

En el estrato arbustivo se observa un valor para Shannon de 2.142418316 resultando que es un estrato medianamente diverso, presentando 17 especie. El máximo valor que se puede encontrar para la biodiversidad es de 2.833213344, lo anterior con una distribución no equitativa y con una ligera dominancia de especies como ya se mencionó puesto que se obtiene un valor de equitatividad de 0.756179665.

**Tabla IV. 83.** Índices del estrato herbáceo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	141	0.132893497	0.268206618
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	111	0.104618285	0.23616918
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	590	0.556079171	0.326332059
Zacate	<i>Euragrostis internedia</i>	43	0.040527804	0.129922697
Sida	<i>Sida abutifolia</i>	54	0.050895382	0.151565586
Zacate	<i>Bouteloua diversispicula</i>	22	0.020735156	0.080367901



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	64	0.060320452	0.169384901
Cocoro	<i>Senna covesii (A. Gray)</i>	4	0.003770028	0.021039294
Lupino	<i>Ludwigia octovalvis</i>	16	0.015080113	0.063251701
Cucaracha	<i>Mandevilla foliosa</i>	16	0.015080113	0.063251701
Totales		1061	1	1.509491639

H CALCULADA	1.509491639
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.655563889

Para el estrato herbáceo se obtiene un H.C. de 1.509491639 y un H.M. de 2.302585093 es decir que es un estrato poco diverso y que existe dominancias de especies entre una o varias de las 10 especies encontradas como es el caso de la especie *Bouteloua repens*, la equitatividad es de 0.655563889.

**Tabla IV. 84.** Índices del estrato cactáceo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Viejito	<i>Mammillaria grahamii Engelm.</i>	36	0.058823529	0.166659608
Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis (DC.)</i>	160	0.261437908	0.35073424
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii (Engelm.)</i>	103	0.168300654	0.299912319
Siviri	<i>Opuntia pubescens</i>	209	0.341503268	0.366910439
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi (Engelm.) Buxb.</i>	12	0.019607843	0.07709462
Pitaya sina	<i>Prosopis velutina Wooton</i>	74	0.120915033	0.255453222
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	18	0.029411765	0.103716486
Totales		612	1	1.620480934

H CALCULADA	1.620480934
H MÁXIMA	1.945910149
EQUITATIVIDAD	0.832762466



*Estudio Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1", a ubicarse en el Municipio de La Colorada, en el Estado de Sonora*



Para el estrato cactáceo se obtiene un H.C. de 1.620480934 y un H.M. de 1.945910149 es decir que existe poca biodiversidad dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, en este caso la especie dominante es *Opuntia pubescens*, la distribución de las especies es poco similar, la equitatividad que existe entre las especies es de 0.832762466.



**Tabla IV. 85.** Índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	296	169.143	29.020	31	16.402	12614.15087	62.884	108.306
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	95	54.286	9.314	21	11.111	1254.137251	6.252	26.677
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	157	89.714	15.392	24	12.698	3904.927861	19.467	47.557
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	34	19.429	3.333	15	7.937	54.06600173	0.270	11.539
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	154	88.000	15.098	23	12.169	1150.466624	5.735	33.003
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	11	6.286	1.078	9	4.762	16.56516926	0.083	5.923
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	113	64.571	11.078	27	14.286	344.943642	1.720	27.084
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	8	4.571	0.784	5	2.646	29.28413152	0.146	3.576
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	10	5.714	0.980	2	1.058	161.8189496	0.807	2.845
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	24	13.714	2.353	12	6.349	128.734613	0.642	9.344
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	117	66.857	11.471	19	10.053	400.3112056	1.996	23.519
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	0.571	0.098	1	0.529	1.9635E-05	0.000	0.627
Totales		1020	582.86	100	189	100.000	20059.40634	100.000	300

Para el estrato arbóreo la especie *Parkinsonia microphylla* Torr. obtiene la mayor importancia con 108.306%, en segundo lugar, de importancia se encuentra la especie *Olneya tesota* A. Gray con 47.55739% y en tercer lugar la especie *Jatropha cordata* con 33.00265%.

**Tabla IV. 86.** Índice de valor de importancia del estrato arbustivo en el área de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Granjeno	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	83	47.429	3.231	24	8.727	74.8809829	2.897	14.855
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	369	210.857	14.364	33	12.000	293.6971748	11.362	37.726
Tesota	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	534	305.143	20.786	34	12.364	710.1300914	27.473	60.623
Vinorama	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	141	80.571	5.489	19	6.909	271.7544965	10.514	22.911



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Agrito	<i>Celtis pallida</i> Torr.	14	8.000	0.545	7	2.545	4.925568482	0.191	3.281
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	24	13.714	0.934	10	3.636	64.69436872	2.503	7.073
Wereque	<i>Ibervillea sonorae</i> (S. Watson) Greene	12	6.857	0.467	8	2.909	0.284224375	0.011	3.387
Tronadora	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	11	6.286	0.428	4	1.455	23.2208577	0.898	2.781
Cenizo	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	5	2.857	0.195	2	0.727	5.874778262	0.227	1.149
Papache	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	67	38.286	2.608	19	6.909	100.4277412	3.885	13.402
California	<i>Cottisia californica</i>	10	5.714	0.389	3	1.091	5.636914818	0.218	1.698
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	434	248.000	16.894	32	11.636	784.4965712	30.350	58.880
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	10	5.714	0.389	7	2.545	1.247391803	0.048	2.983
Vara blanca	<i>Croton sonorae</i> Torr.	447	255.429	17.400	30	10.909	119.9451997	4.640	32.949
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	10	5.714	0.389	7	2.545	8.096333067	0.313	3.248
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	312	178.286	12.145	21	7.636	102.0200798	3.947	23.728
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	86	49.143	3.348	15	5.455	13.47447041	0.521	9.323
Totales		2569	1468.00	100	275	100.000	2584.807245	100.000	300

Para el estrato arbustivo la especie de más alto valor de importancia es *Acacia greggii* A. Gray con 60.62317%, en segundo lugar, la especie *Caesalpinia palmeri* S. Watson con 58.88039% y en tercer lugar de importancia la especie *Jatropha cardiophylla* (Torr.) con 37.72601%. La especie de menor valor de importancia es *Condalia globosa* I.M. Johnst. con 1.149182%.

**Tabla IV. 87.** Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el área total de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	141	80.571	13.289	7	10.000	5.891249184	61.335	84.625
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	111	63.429	10.462	17	24.286	1.917673036	19.965	54.713
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	590	337.143	55.608	20	28.571	0.498077075	5.186	89.365
Zacate	<i>Euragrostis internedia</i>	43	24.571	4.053	7	10.000	0.4361877	4.541	18.594



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Sida	Sida abutifolia	54	30.857	5.090	9	12.857	0.56440956	5.876	23.823
Zacate	Bouteloua diversispicula	22	12.571	2.074	1	1.429	0.098735769	1.028	4.530
Trompillo	Solanum elaeagnifolium	64	36.571	6.032	4	5.714	0.011253634	0.117	11.863
Cocoro	Senna covesii (A. Gray)	4	2.286	0.377	2	2.857	0.157079633	1.635	4.870
Lupino	Ludwigia octovalvis	16	9.143	1.508	2	2.857	0.028723133	0.299	4.664
Cucaracha	Mandevilla foliosa	16	9.143	1.508	1	1.429	0.001615676	0.017	2.953
Totales		1061	606.29	100	70	100.000	9.605004399	100.000	300

Para el estrato herbáceo la especie de mayor valor de importancia es *Bouteloua repens* con 89.36495%, en segundo y menor valor de importancia la especie *Sphaeralcea coulteri* con 84.62456%. La especie con menor valor de importancia fue *Mandevilla foliosa* con 2.953404%.

**Tabla IV. 88.** Índice de valor de importancia del estrato cactáceo en el área total de CUSTF

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Densidad (Individuos/ha)	Densidad R.	Frecuencia	Frecuencia R.	Dominancia (m2/ha)	Dominancia R.	Valor de Importancia
Viejito	Mammillaria grahamii Engelm.	36	20.571	5.882	15	12.712	0.089086592	0.026	18.620
Tasajillo	Cylindropuntia leptocaulis (DC.)	160	91.429	26.144	25	21.186	38.7613853	11.107	58.437
Choya	Cylindropuntia bigelovii (Engelm.)	103	58.857	16.830	25	21.186	2.834041953	0.812	38.829
Siviri	Opuntia pubescens	209	119.429	34.150	35	29.661	227.1322569	65.082	128.894
Pitaya	Stenocereus thurberi (Engelm.) Buxb.	12	6.857	1.961	6	5.085	53.95748214	15.461	22.506
Pitaya sina	Prosopis velutina Wooton	74	42.286	12.092	6	5.085	20.17225619	5.780	22.956
Nopal	Opuntia engelmannii	18	10.286	2.941	6	5.085	6.046264341	1.732	9.758
Totales		612	349.71	100	118	100.000	348.9927735	100.000	300



Para el estrato cactáceo la especie de mayor valor de importancia es *Opuntia pubescens* con 128.8936%, en segundo lugar, *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) con 58.43688%, y con menor valor de importancia la especie *Opuntia engelmannii* con 9.758412%.

## Conclusión

El índice de Shannon aumenta cuando existe una diversidad alta y la distribución equitativa de las especies es mayor, indicando que el máximo valor que puede adquirir el índice es el resultado del logaritmo natural del número de especies presentes en el área de estudio. De acuerdo a esto, se obtuvieron valores bajos en cada estrato de la vegetación presente a nivel área de afectación para el total de la superficie inventariada en el área del proyecto, lo cual indica que la distribución de las especies del área sujeta a cambio de uso del suelo en cuestión, así como la diversidad de la misma, es baja en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo.

Existen grupos dominantes en los cuatro estratos presentes en el área del proyecto, estas se encuentran representadas en la microcuena, por lo que, al hacer el cambio de uso de suelo en el área del proyecto, estas no se verán significativamente afectadas, además de todo como medida de mitigación para la pérdida de suelo y agua, se propone la construcción de acomodos de materia vegetal a curvas de nivel a 10m con una longitud de 6, 653.1 metros lineales y la construcción de 53 presas filtrantes.

En lo que respecta al índice de valor de importancia, tanto las especies que obtuvieron un valor alto, como las que arrojaron un índice bajo, se encuentran distribuidas en la microcuena tomada como referencia, este hecho se infiere a partir de la correlación de su distribución y sus requerimientos ecológicos. De manera que se concluye que no se comprometerá su existencia y permanencia en la microcuena donde se ubica el presente proyecto.

Lo anterior muestra que **no se compromete la diversidad florística al realizar el cambio de uso del suelo propuesto**, dando cumplimiento a lo establecido en el artículo 93 de la LGDFS.



#### **IV.3.4. Fauna**

Las especies de fauna silvestre que se identifican donde se localiza el área de la microcuenca, corresponde a mamíferos mayores, menores, aves, así como reptiles.

##### **Colecta de datos**

El conjunto de métodos que se utilizaron para obtener información de presencia/ausencia de las especies de vertebrados presentes en el área fueron:

- 1) Transeptos en línea (observación directa)
- 2) Fototrampeo
- 3) Observación de aves

##### ***Transeptos en línea***

Para calcular la presencia de especies de fauna presentes en el área de afectación, se recorrieron transeptos en dicha zona. El recorrido se realizó con la finalidad de encontrar rastros e indicios de la presencia de alguna especie de fauna; así como la observación directa de las mismas.

##### ***Fototrampeo***

Se colocaron fototruampas en distintos puntos y con distintas carnadas para captar la presencia de fauna en el área.

##### ***Observación de aves***

Observación de aves en distintos puntos.

La metodología seguida para el muestreo de fauna, se muestra a continuación para cada grupo taxonómico:

##### **Muestreo de mamíferos pequeños**

Se realizó un muestreo de fauna, se seleccionaron 8 sitios por medio del análisis de las variables de la estructura de la vegetación. Los monitoreos se realizaron por 20 días, foto trampeando en los diferentes puntos. Para la identificación de los individuos se utilizó una guía de campo con el título "Mammals of North América" de Peterson 2006.

Los materiales utilizados durante el muestreo fueron los siguientes:

- Crema de cacahuete,
- Libreta de campo,





- Guía de campo y
- Fototrampas.

La colocación de las fototrampas fue cerca de arbustos o cerca de madrigueras posiblemente activas por roedores en superficies planas para aumentar su eficiencia a la hora del disparo de la misma fototrampa; la hora de colocación de las trampas fue a las 8:00 hrs. con atrayente (crema de cacahuete), la ubicación se geo-referenció con un GPS, para su ubicación exacta. La revisión de las fototrampas se realizaba al día siguiente a las 10:00 hrs. Las fototrampas se revisan y posteriormente se recogen cambio de atrayente fresco y reubicación en diferente tipo de vegetación.

### **Observación de Aves**

La metodología consiste en un tipo de observación denominada estación de observación, permaneciendo 30 minutos en el punto definido, iniciando a las 6:00 am. Concluyendo a las 11:00 am., Por la tarde se comenzó la observación a las 4:00 hrs y se concluyó a las 6:00 hrs.

Durante esta observación se utilizaron los siguientes materiales:

- Guía de campo Field Guide to the birds of North America, Fifth edition 2008.
- Binocular marca Bushnell 12 x 50.
- Cámara digital. Marca Canon. Powershot SX130 IS.
- Libreta de campo.

### **Muestreo de reptiles y anfibios**

La metodología que se empleó fue de forma directa, durante los transeptos, se buscaron reptiles y anfibios activamente en los hábitats adecuados: se observó debajo de piedras y en zonas de posible hábitat de los mismos. Para cada observación, se anotó en la libreta de campo la especie observada, hora de avistamiento y hábitat ocupado según la lista de categorías de hábitat.

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Cámara digital. Marca Canon Powershot SX130 IS.
- Libreta de campo.

En las tablas IV.89 a IV.91, se enlistan las especies reconocidas o identificadas en la región, las cuales, no se encuentren en su totalidad al interior del sistema ambiental o área



específica del proyecto, no obstante, en base a sus registros son las que se representan en la región con mayor importancia.

**Tabla IV. 89. Mamíferos**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Sin Estatus	NE
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	Sin Estatus	NE
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince	Sin Estatus	NE
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Sin Estatus	NE
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince	Sin Estatus	NE
Mephitidae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	Sin Estatus	NE
Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre antílope	Sin Estatus	NE
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	Sin Estatus	NE
Cricetidae	<i>Neotoma sp.</i>	Rata de campo	Sin Estatus	NE
Sciuridae	<i>Ammospermophilus harris</i>	Ardilla del desierto, juancito	Sin Estatus	NE

**Tabla IV. 90. Aves**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Sin Estatus	NE
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin Estatus	NE
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	Sin Estatus	NE
Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca	Sin Estatus	NE
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Sin Estatus	NE
Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	Sin Estatus	NE
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	Sin Estatus	NE
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Sin Estatus	NE
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Sin Estatus	NE
Trochilidae	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Sin Estatus	NE
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras	Sin Estatus	NE
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano	Sin Estatus	NE

**Tabla IV. 91. Reptiles**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	Sin Estatus	NE
Testudinidae	<i>Gopherus morafkai</i>	Tortuga del desierto patona	Sin Estatus	NE
Iguanidae	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Porohui	Sin Estatus	NE



Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón	Sin Estatus	NE
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	Sin Estatus	NE
Viperidae	<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel tigre	Pr	NE
Teiidae	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Wico	Sin Estatus	NE
Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Culebra casera	Sin Estatus	NE
Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel	Pr	NE
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionera / Alicantre	A	NE

Una vez identificadas las especies de fauna presentes a nivel microcuencia, se estimó el número de individuos de cada especie, tanto de las observadas tanto como de las reportadas. Dicha estimación se realizó por resultados del muestreo y comparándolas con bibliografía correspondiente a las especies de fauna presentes en la zona; así como a partir de transectos de identificación de fauna realizados de manera estratégica en la microcuencia en cuestión.

A continuación, en las tablas IV.92 a IV.94, se menciona la distribución de las especies, su interés ecológico, valor cinegético, su desplazamiento y se indica la categoría de protección en que se encuentran, así como su endemismo.

Posteriormente en las tablas IV.95 a IV.97 se caracterizó cada una de las especies de acuerdo a su estacionalidad, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical, de acuerdo a los siguientes parámetros:

**La estacionalidad de las especies.** Esta se entiende como el periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias.

**Abundancia.** Se clasifica en cinco categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

**Sociabilidad.** Se refiere al tipo de organización social de la especie. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza



en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).

**Alimentación.** Para este caso se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros ), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrado (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).

**Hábitat.** Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie, sin embargo, se menciona de acuerdo con los tipos de vegetación presentes en la microcuenca.

**Distribución vertical.** Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.



Tabla IV. 92. Especies de mamíferos

Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Canis latrans</i>	LC	No endémico	Regulador de población de roedores y conejos.	Presentan desplazamiento lento.	Especie usada como trofeo cinegético.	
<i>Lynx rufus</i>	LC	No endémica	Regula las poblaciones de roedores y lagomorfos	Desplazamiento lento	Exportación de ejemplares	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Odocoileus virginianus</i>	LC	No endémico	Debido al ramoneo es principal distribuidor de semillas	Desplazamiento lento	Ejemplar de caza	<p><i>Odocoileus virginianus</i> (Venado cola blanca). Distribución potencial</p>
<i>Sylvilagus audubonii</i>	LC	No endémica	Sus madrigueras sirven de refugio para otras especies	sedimentaria	Cazada por su piel y su carne	<p><i>Sylvilagus audubonii</i> (Conejo del desierto). Distribución potencial</p>



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Tayassu pecari</i>	P	No endémica	Importante frugívoro	Desplazamiento lento	Cazado por su piel y su carne	<p><i>Tayassu tajacu</i> (Pecari de collar). Distribución potencial</p>
<i>Neotoma albigula venusta</i>	LC	No endémica	Sus madrigueras sirven de refugio a otros animales	Sedentaria	No cuenta con valor cinegético	<p><i>Neotoma albigula</i> (Rata magueyera). Distribución potencial</p>



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Lepus alleni</i>	LC	No endémica	Sus madrigueras sirven de refugio para otras especies	Sedentaria	Cazada por su piel y su carne	
<i>Mephitis mephitis</i>	LC	No endémica	Sus madrigueras sirven de refugio para otras especies	Sedentaria	Cazado por su piel	





Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	LC	No endémica	Sus madrigueras sirven de refugio para otras especies	Sedentaria	Cazado por su piel	<p><b>Urocyon cinereoargenteus (Zorra gris). Distribución potencial</b></p> <p>CONABIO</p> <p><b>Simbología</b></p> <p>Consenso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - 2</li> <li>3 - 4</li> <li>5 - 7</li> <li>8 - 10</li> </ul> <p>Limite estatal Limite internacional</p> <p><b>Sistema de Coordenadas Planas</b> Proyección: Cálculo Conforme de Lambert Datum: WGS 1984</p> <p>ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA GOLFO DE MÉXICO OCEANO PACÍFICO REPUBLICA DE GUATEMALA</p> <p>Escala: 0 200 400 600 Km</p> <p>Ceballos, G. S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006. <i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Zorra gris). Distribución potencial, escala 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.</p>



**Tabla IV. 93.** Especies de aves

Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Corvus corax</i>	LC	No endémica	Control de plagas. Esparce semillas	Desplazamiento lento. Sedentaria	No cuenta con valor cinegético	
<i>Cathartes aura</i>	LC	No endémica	Consumen focos de infección y enfermedad de otras especies	Desplazamiento lento. Migran hacia el norte en verano	No cuenta con valor cinegético	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Toxostoma curvirostre</i>	LC	No endémica	Esparce semillas al consumirlas	Migratoria	No tiene valor cinegético	
<i>Zenaida asiatica</i>		No endémica	Esparce semillas al consumirlas por medio de sus heces	Lento	Ninguno	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Caracara cheriway</i>		No Endémica	Al ser carroñeros combaten posibles focos de infección por decomposición de materia.	Sedentaria	Ninguno	
<i>Cardinalis sinuatus</i>		No Endémica	Control de población de insectos	Migratorio	Ninguno	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Buteo jamaicensis</i>	No Endémica	Control de roedores y otras especies	Lento	cetrería	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	No Endémica	Control de población de insectos	Migratorio	Ninguno	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
<i>Coragyps atratus</i>	LC	No endémica	Consumen focos de infección y enfermedad de otras especies	Desplazamiento lento. Migran hacia el norte en verano	No cuenta con valor cinegético	



Tabla IV. 94. Especies de reptiles

Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	LC	No endémica	Control de plagas e insectos	sedentaria	No tiene valor cinegético	<p><i>Dipsosaurus dorsalis</i> (Iguana de desierto). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>
<i>Cnemidophorus tigris</i>	LC	No endémica	Control de plagas e insectos	Sedentaria	No cuenta con valor cinegético	<p><i>Aspidoscelis tigris</i> (Huico occidental). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Pituophis melanoleucus</i>	LC	Endémica	Predador de pequeños mamíferos y control de insectos	Desplazamiento lento	No cuenta con valor cinegético	





Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Crotalus atrox</i>	Pr	No endémica	Predador de pequeños mamíferos	Desplazamiento lento	Cazada por su piel, cebo y cascabel	



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>Masticophis flagellum</i>	A	No endémica	Predador de pequeños mamíferos e insectos	Desplazamiento lento	No cuenta con valor cinegético	<p><i>Masticophis flagellum</i> (Chirrienera). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>
<i>Crotalus tigris</i>	Pr	No endémica	Predador de pequeños mamíferos y aves	Desplazamiento lento	No cuenta con valor cinegético	<p><i>Crotalus tigris</i> (Vibora cascabel tigre). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>



Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
<i>phrynosoma solare</i>		No Endémico	Control de colonias de insectos.	Sedentario	Ninguno	<p><i>Phrynosoma solare</i> (Lagartija cornuda real). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>
<i>Sceloporus magister</i>		No Endémico	Control de colonias de insectos.	Sedentario	Ninguno	<p><i>Sceloporus magister</i> (Lagartija escamosa de desierto). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México</p>






Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Interés Ecológico	Desplazamiento	Valor cinegético	Distribución
	Estatus	Endemismo				
Gopherus morafkai		No Endémica	Control de plagas y dispersión de semillas que come	Sedentaria	Ninguno	
Urosaurus ornatus		No Endémica	Control de plagas y dispersión de semillas que come	Sedentaria	Ninguno	






**Tabla IV. 95.** Características por especie del grupo taxonómico mamíferos

Especie	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical	Foto
Mamíferos								
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	R	Poco común	Gregaria	Herbívoro	Matorral	Arbórea y herbáceo	
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	R	Poco común	Gregaria	Omnívoro	Matorral	Arbórea	
<i>Canis latrans</i>	Coyote	R	Poco común	Pareja	Omnívoro	Matorral	Arbustivo	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	R	Poco común	Solitario	Omnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	



								
<i>Lynx rufus</i>	Lince	R	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	R	Poco común	Solitario	Omnívoro	Matorral	Herbáceo	



<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope	R	Común	Gregario	Herbívoro, granívoro	Matorral	Arbustivo, herbáceo	
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	R	Poco común	Solitario	Herbívoro	Matorral	Arbustivo, herbáceo	
<i>Neotoma sp.</i>	Rata de campo	R	Común	Solitario	Herbívoro, granívoro	Matorral	Arbustivo, herbáceo	



<i>Ammospermophilus harris</i>	Ardilla del desierto, juancito	R	Común	Solitaria	Granívoro	Matorral	Arbóreo, arbustivo	
--------------------------------	--------------------------------	---	-------	-----------	-----------	----------	--------------------	---




Dónde: R=Residente M=Migratorio T=Transitorio Arbo=Arbóreo Arbu=Arbustivo Herb= Herbáceo Cact=Cactáceo

Tabla IV. 96. Características por especie del grupo taxonómico aves




Aves								
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	R	Común	Solitaria	Carnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R	Común	Gregaria	Carroñero	Matorral	Arbórea, arbustivo	








<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	R	Común	Gregaria	Carroñero	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma ala blanca	R	Común	Gregaria	Frugívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R	Poco común	Solitario, pareja	Carnívoro, carroñero	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	R	Poco común	Solitario, pareja	Omnívoro	Matorral	Arbustivo	



								
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	R	Poco común	Solitario, pareja	Omnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	R	Común	Gregaria	Omnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	R	Común	Solitario, pareja	Omnívoro	Matorral	Arbustivo	



								
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	R	Común	Solitario	Nectarívoro, omnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras	R	Común	Solitario, pareja	Insectívoro	Matorral	Arbustivo, herbáceo	
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano	M	Poco común	Gregario	Insectívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	






--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dónde: R=Residente M=Migratorio T=Transitorio VI= Visitante de Invierno Arbo=Arbóreo Arbu=Arbustivo Herb= Herbáceo Cact=Cactáceo




**Tabla IV. 97.** Características por especie del grupo taxonómico reptiles

Reptiles								
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de arbol norteña	R	Común	Solitario	Insectívoro	Matorral	Arbórea	
<i>Gopherus morafkai</i>	Tortuga del desierto patona	R	Común	Solitario	Herbívoro	Matorral	Arbustivo	
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Porohui	R	Común	Solitario	Herbívoro	Matorral	Arbustivo	





								
<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleon	R	Común	Solitario	Insectívoro	Matorral	Arbustivo	
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	R	Poco común	Solitario	Insectívoro	Matorral	Arbustivo	
<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel tigre	R	Poco común	Solitario	Carnívoro	Matorral	Arbóreo, arbustivo	



								
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Wico	R	Común	Solitario	Insectívoro	Matorral	Herbáceo, arbustivo	
<i>Pituophis melanoleucus</i>	Culebra casera	R	Rara	Solitario	Carnívoro	Matorral	Arbórea, arbustivo	
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel	R	Poco común	Solitario	Carnívora	Matorral	Arbórea, arbustivo	



								
<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriónera / Alicante	R	Poco común	Solitario	Carnívora	Matorral	Arbórea, arbustivo	

Dónde: R=Residente M=Migratorio T=Transitorio VI= Visitante de Invierno Arbo=Arbóreo Arbu=Arbustivo Herb=Herbáceo Cact=Cactáceo



Al estimar el número de individuos por especie, se procedió a realizar los cálculos correspondientes al índice de Shannon, el índice de Margalef y la equitatividad de Pielou, por grupo taxonómico.

Los resultados y su interpretación se muestran a continuación.

**Tabla IV. 98.** Índices de diversidad de mamíferos a nivel sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	10	0.023980815	0.089460459
Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>	6	0.014388489	0.061026284
Lince	<i>Lynx rufus</i>	3	0.007194245	0.035499812
Coyote	<i>Canis latrans</i>	6	0.014388489	0.061026284
Zorrillo listado norteño	<i>Mephitis mephitis</i>	2	0.004796163	0.025611218
Liebre antílope	<i>Lepus alleni</i>	150	0.35971223	0.367788103
Conejo del desierto	<i>Sylvilagus audubonii</i>	15	0.035971223	0.119605612
Rata de campo	<i>Neotoma sp.</i>	25	0.059952038	0.16871765
Ardilla del desierto, juancito	<i>Ammospermophils harris</i>	200	0.479616307	0.352407125
Totales		417	1	1.281142548

H CALCULADA	1.281142548
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.583073101

Como se puede observar en la tabla anterior el grupo taxonómico mamíferos es poco diverso y las especies presentan una ligera dominancia unas sobre otras, en este caso las especies que presenta más dominancia son *Ammospermophils harris* y *Lepus alleni*, el H.C. obtiene un valor de 1.28, que nos indica que es un grupo poco diverso, H.M. tiene un valor de 2.19, es decir que existe una dominancia entre especies, lo cual se ratifica con una equitatividad de 0.58.

**Tabla IV. 99.** Índices de diversidad de aves a nivel sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	12	0.056872038	0.163049373
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	22	0.104265403	0.235724858
Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	15	0.071090047	0.187948431
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiática</i>	42	0.199052133	0.321307667





Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Caracará quebrantahuesos	<i>Caracara cheriway</i>	8	0.037914692	0.124072667
Cardenal desértico	<i>Cardinalis sinuatus</i>	12	0.056872038	0.163049373
Cardenal norteño	<i>Cardinalis cardinalis</i>	8	0.037914692	0.124072667
Cuervo común	<i>Corvus corax</i>	16	0.075829384	0.19558441
Cuitlacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	10	0.047393365	0.14451531
Colibrí pico ancho	<i>Cynanthus latirostris</i>	26	0.123222749	0.257999059
Chotacabras	<i>Chordeiles acutipennis</i>	17	0.08056872	0.202923988
Tirano	<i>Tyrannus verticalis</i>	23	0.109004739	0.241594171
Totales		211	1	2.361841975

H CALCULADA	2.361841975
H MÁXIMA	2.48490665
EQUITATIVIDAD	0.950475131

La distribución de las especies es muy similar ya que se obtiene un valor para H.C. de 2.36 y H.M. de 2.48, que, igual que en el grupo taxonómico mamíferos existe una ligera dominancia de algunas especies sobre otras, por lo que se obtiene una equitatividad de 0.95.

**Tabla IV. 100.** Índices de diversidad de reptiles a nivel sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Lagartija de árbol norteña	<i>Urosaurus ornatus</i>	24	0.173913043	0.30420867
Tortuga del desierto patona	<i>Gopherus morafkai</i>	16	0.115942029	0.249816228
Porohui	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	22	0.15942029	0.292729327
Camaleon	<i>Phrynosoma solare</i>	11	0.079710145	0.201615526
Lagartija espinosa del desierto	<i>Sceloporus magister</i>	15	0.108695652	0.24121777
Cascabel tigre	<i>Crotalus tigris</i>	12	0.086956522	0.212378003
Wico	<i>Cnemidophorus tigris</i>	18	0.130434783	0.265680251
Culebra casera	<i>Pituophis melanoleucus</i>	6	0.043478261	0.136325835
Cascabel	<i>Crotalus atrox</i>	8	0.057971014	0.165090559
Chirrión / Alicante	<i>Masticophis flagellum</i>	6	0.043478261	0.136325835
Totales		138	1	2.205388005

H CALCULADA	2.205388005
H MÁXIMA	2.302585093
EQUITATIVIDAD	0.957787841



El valor de H.C. es de 2.20 y H.M. de 2.30, siendo ambos valores muy cercanos, por lo que se tiene un grupo taxonómico con diversidad media y con una diversidad muy similar.

Analizando lo anterior, se observa que no existen grupos específicos dominantes, por lo que la afectación no se concentrará en un grupo en particular y se proyectará de manera indirecta.

Con respecto a las especies que se encuentran en protección se identificaron tres reptiles, mismos que al ser de lento desplazamiento son de fácil reubicación.

Aunado a todo lo anterior, se implementarán actividades de ahuyentamiento y protección de fauna, mismo que asegurará que los mismos se trasladen hacia zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal y no se vean afectadas. Por otra parte, dado que se cuenta con 3 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementarán programas en donde se incluye el ahuyentamiento, rescate y reubicación de dichas especies según corresponda. Lo que asegurará que no se vean directamente afectadas una vez que se realice el desmonte. Sin embargo, se analizaron tanto la distribución como los hábitos de cada una de dichas especies, esto con la finalidad de correlacionar dichos aspectos con el hecho de que no se verán severamente afectadas al implementar el cambio de uso del suelo propuesto.

### **Análisis de diversidad de fauna para el área del proyecto**

Se concentraron los datos obtenidos mediante observación de huellas, excretas y madrigueras (observación directa), y se realizaron los cálculos del índice de Shannon y la equitatividad de Pielou, por grupo faunístico, obteniendo resultados de las tablas IV.101, IV.102 y IV.103.

**Tabla IV. 101.** Índices de mamíferos a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	1	0.009708738	0.044997369
Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>	2	0.019417476	0.076535569
Coyote	<i>Canis latrans</i>	1	0.009708738	0.044997369
Lince	<i>Lynx rufus</i>	1	0.009708738	0.044997369
Zorrillo listado norteño	<i>Mephitis mephitis</i>	2	0.019417476	0.076535569



Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Liebre antilope	<i>Lepus alleni</i>	40	0.388349515	0.367320207
Conejo del desierto	<i>Sylvilagus audubonii</i>	1	0.009708738	0.044997369
Rata de campo	<i>Neotoma sp.</i>	5	0.048543689	0.14685879
Ardilla del desierto, juancito	<i>Ammospermophilus harris</i>	50	0.485436893	0.350828147
Totales		103	1	1.198067758

H CALCULADA	1.198067758
H MÁXIMA	2.197224577
EQUITATIVIDAD	0.545264135

Como se observa en la tabla anterior se obtiene un valor de H.C. de 1.198067758 y el valor de H.M. es de 2.197224577, indicándonos que este grupo taxonómico es poco diverso y presenta una ligera dominancia en algunas de las especies del grupo taxonómico, lo anterior se ratifica con una equitatividad de 0.545264135, es decir que las especies no se encuentran distribuidas equitativamente.

**Tabla IV. 102.** Índices de aves a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	4	0.051282051	0.152328947
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	6	0.076923077	0.197303797
Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	2	0.025641026	0.093937478
Paloma ala blanca	<i>Zenaida asiática</i>	20	0.256410256	0.348968347
Caracara quebrantahuesos	<i>Caracara cheriway</i>	2	0.025641026	0.093937478
Cardenal desértico	<i>Cardinalis sinuatus</i>	5	0.064102564	0.17610711
Cuervo común	<i>Corvus corax</i>	4	0.051282051	0.152328947
Cuitlacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	6	0.076923077	0.197303797
Colibrí pico ancho	<i>Cynanthus latirostris</i>	4	0.051282051	0.152328947
Chotacabras	<i>Chordeiles acutipennis</i>	10	0.128205128	0.263349197
Tirano	<i>Tyrannus verticalis</i>	15	0.192307692	0.317049736
Totales		78	1	2.14494378

H CALCULADA	2.14494378
H MÁXIMA	2.397895273
EQUITATIVIDAD	0.894511034



Para el grupo taxonómico de las aves se observa que no existe dominancia marcada por una especie en específico, ya que la equitatividad para este grupo es de 0.894511034, y el índice de Shannon es de 2.14494378 lo cual dice que hay una diversidad media baja para este grupo taxonómico, tomando en cuenta que el máximo valor que se puede alcanzar es de 2.397895273.

**Tabla IV. 103.** Índices de reptiles a nivel área de afectación.

Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia relativa	Shannon(Pi)[(log)(Pi)]
Lagartija de arbol norteña	<i>Urosaurus ornatus</i>	4	0.053333333	0.156330333
Tortuga del desierto patona	<i>Gopherus morafkai</i>	5	0.066666667	0.18053668
Porohui	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	40	0.533333333	0.335257952
Lagartija espinosa del desierto	<i>Sceloporus magister</i>	2	0.026666667	0.096649092
Cascabel tigre	<i>Crotalus tigris</i>	2	0.026666667	0.096649092
Wico	<i>Cnemidophorus tigris</i>	20	0.266666667	0.352468224
Chirriónera / Alicantre	<i>Masticophis flagellum</i>	2	0.026666667	0.096649092
Totales		75	1	1.314540464

H CALCULADA	1.314540464
H MÁXIMA	1.945910149
EQUITATIVIDAD	0.675540165

En el caso de los reptiles la diversidad es baja, existe marcada dominancia de algunas especies en específico. La equitatividad entre las especies es de 0.675540165.

Se observa en el caso de la fauna que los tres grupos taxonómicos presentes en el área del proyecto son poco diversos, y el más diverso entre estos es el grupo de las aves, hay una equitatividad muy similar entre los tres grupos, siendo el grupo de las aves donde mayor equitatividad se presenta.

Por otro lado, las especies identificadas para el área del proyecto se encuentran representadas a nivel microcuena y en esta existe superficie suficiente que presenta las mismas condiciones que el área del proyecto; al realizar el proyecto se ejecutarán programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, por lo que se considera que no existirá afectación significativa sobre la fauna.



#### IV.4. Medio socioeconómico

##### Demografía

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año de 2010, la población correspondiente a la localidad de La Colorada es de 274 habitantes de los cuales 135 pertenecen al sexo masculino y 139 al sexo femenino, tal como se registra en la tabla siguiente:

**Tabla IV. 104.** Población por sexo en el Área de Influencia del Proyecto. (Fuente: INEGI. Censo General de población y vivienda 2010)

Población	Masculino	Femenino	Total
Total	135	139	274
Distribución	49.27	50.73	100

Es importante resaltar que el municipio de La Colorada está constituido por 72 localidades y el total de poblaciones, asentamientos y caseríos, es de 87 de las cuales Tecoripa es la que tiene mayor densidad de habitantes, seguido por La Colorada y Cobachi, aparte de estas, el resto de los asentamientos tienen menos de 160 habitantes.

De acuerdo con el Censo de Población 2010, los resultados del levantamiento fueron un total de 274 habitantes de los cuales el 24.45% tenía una edad menor a los 14 años, 39.78% entre 25 y 49 años, el 19.34% tenía una edad de más de 60 años como se muestra en la figura siguiente, en la que se indica la distribución de la población según los grandes grupos de edad.

##### Población económicamente activa

De acuerdo con el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), la población en edad de trabajar (PET) es la que se encuentra delimitada entre los 12 y los 60 años de edad. A esta población hay que sustraer los que se dedican a actividades no remuneradas (como actividades domésticas y estudiantes), para obtener lo que se conoce como Población Económicamente Activa (PEA), que es la población mayor de 12 años que puede y quiere trabajar, es decir, que tiene la edad y condiciones de salud necesarias para realizar una actividad y que le interesa trabajar. La tabla siguiente está integrada con la población en edad de trabajar (PET), población económicamente activa (PEA) y población ocupada (PO).



**Tabla IV. 105.** Población económicamente activa y Población ocupada. (Fuente: INEGI, Censo)

Comunidad	Total	P.E.T.	% Total	P.E.A		P.O.	
				Total	% P.E.T.	Total	% P.E.T.
La Colorada	274	192	70.07	112	58.33	106	94.64

## Empleo

La única infraestructura industrial de importancia que existe en la localidad en cuestión es la que presenta la Promovente, donde la gran parte de mano de obra será contratada de la región, sin menoscabo del beneficio ante la frecuente visita de proveedores, asesores, técnicos especializados que serán consumidores de los servicios con que cuenta la mencionada población.

De acuerdo con la clasificación oficial de sectores de actividades económicas, en el municipio La Colorada para el sector primario, la ganadería es la principal fuente de ingresos en este sector con la cría de ganado bobino, caprino, equino y en menor proporción el porcino, ovino y colmenas, en cuanto a la agricultura los principales cultivos son el frijol, trigo y forrajes.

Enseguida se tiene al sector secundario donde la actividad minera tuvo para el año 2000 una notable participación, debido a las operaciones mineras de la actual Unidad Minera La Colorada que en esa época operaba, teniéndose una importante producción de metales preciosos, que lógicamente repercutieron en la participación de este sector, mientras que el sector terciario que incluye el comercio, las dependencias gubernamentales, comunicaciones, comercio, bancos y turismo, representa el último nivel de población ocupada.

En la tabla siguiente se muestra la distribución de ocupación de los habitantes del municipio, esta se refiere a los datos arrojados en el Censo de Población y Vivienda 2000 del INEGI, ya que en el Censo 2010 no se incluye este tema:

Al tiempo de la elaboración de esta investigación el salario mínimo, de acuerdo a la Comisión Nacional del Salario Mínimo, en la localidad de La Colorada, que está comprendido en el Área Geográfica "B", le corresponde un valor de \$58.13 diarios.



### **Economía de la región**

La economía de los pobladores de las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, depende de un grupo de actividades económicas muy reducidas, debido a la falta de infraestructura y la escasa población que habita en ellas, es difícil una gran variedad de actividades económicas; así en orden de importancia se tienen solamente cuatro actividades económicas principales; la Ganadería, Agricultura, Comercio y la Industria extractiva (en proceso de reactivación). En La Colorada, las actividades primarias son básicamente ganadería y agricultura un 40.95% de la población ocupada, siendo la cría de ganado bobino la producción principal y en agricultura los principales cultivos son frijol, trigo y forrajes. Las actividades secundarias ocupan el 33.21% de la población ocupada, siendo la industria extractiva la principal fuente de empleo. Para las actividades terciarias se ocupan el 25.83% de la PO, siendo las más importantes las dependencias gubernamentales, comunicaciones, transportes, comercios, bancos, educación y salud. El municipio de la Colorada, las actividades económicas son las siguientes:

- a) Ganadería-. Para la producción ganadera en el municipio se dispone de 57,302 hectáreas de agostadero y praderas artificiales.
- b) Agricultura. - Para el desarrollo de esta actividad se cuenta con una superficie de 19,549 hectáreas, de las cuales el 46% es de riego y el 54% de temporal.
- c) Minería. - La minería una importante actividad económica del municipio, destaca la producción de grafito amorfo con la aportación del 100% de la producción estatal y la Unidad Minera La Colorada.
- d) Comercio. - Está representado por expendios de productos de primera necesidad, alimentos y bebidas, tabaco, combustibles, insumos agrícolas y artículos para el hogar.

### **Vivienda**

La vivienda la población de La Colorada es en su mayoría de una sola habitación más la cocina y está hecha con material percedero adobe y algunas de roca, en algunos casos se tiene techo de tierra sostenido por vigas de madera, también existen viviendas con techos de lámina, además de los materiales citados anteriormente, emplean tabique, piedra o bloque de cemento para los muros y losa o teja para los techos. De acuerdo con los resultados obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, en la localidad de La Colorada se contaron un total de 184 viviendas de las cuales 92 se encontraban habitadas y 26 deshabitadas.



En las localidades predominan los muros de adobe y piedra con techos ya sea de piedra, vigas o lámina galvanizada, en las comunidades de mayor tamaño, como son Tecoripa y Cobachi, ya se tienen construcciones con muros de ladrillo y techos de loza de concreto, predominando en La Colorada los muros de adobe y de piedra con techos de ya sea de tierra con vigas o lámina galvanizada.

Bajo el Censo de Población y Vivienda 2010, en La Colorada, la vivienda se distribuye acorde con la tabla siguiente, donde se muestran los servicios básicos y el número de habitantes en las viviendas particulares

**Tabla IV. 106. Viviendas por estatus de servicios y número de habitantes. (Fuente: INEGI)**

Comunidad		
	Estatus	La Colorada
Total, de viviendas particulares		184
Total, de viviendas habitables		92
Total, de vivienda ocupada particular		92
Con agua entubada		88
Con Drenaje		85
Con Sanitario		85
Con Energía Eléctrica		90
Promedio de Ocupantes por Cuarto		0.81
Promedio de Habitantes		2.98

### **Medios de transporte y comunicación**

Los habitantes de la cabecera municipal recurren para su transportación a los servicios que brindan vehículos de transporte público; para el traslado a otras localidades de La Colorada algunas personas realizan el viaje en vehículo particular, y dependiendo de la cercanía a pie o caballo, o bien en ocasiones para los que carecen de medio de transporte recurren al aventón.

### **Transporte foráneo**

Las líneas de transportes de pasajeros que recorren el trayecto Hermosillo- Chihuahua, son utilizadas para acceder a La Colorada y a otras poblaciones que se encuentran a la orilla de la rúa, en su caso si el sitio de destino se encuentra alejado de la carretera la distancia se recorre a pie, en vehículo o se recurre al aventón.





### En La Colorada se tienen los servicios siguientes:

Correo, señal de televisión, servicio postal, servicio telefónico, se reciben, ejemplares de algunos periódicos de mayor circulación en la capital del estado, con información regional, en los que se transmiten los acontecimientos relevantes del municipio y los colindantes, alumbrado y seguridad pública, servicio de internet y servicio bancario.

### Servicios públicos

Como puede apreciarse en la tabla que se incluye más adelante, las viviendas en la población de La Colorada, en su gran mayoría cuentan con los servicios básicos como son: agua entubada, energía eléctrica, drenaje y servicio sanitario, prácticamente no se tiene mantenimiento urbano, recolección de basura y pavimentación en las localidades más importantes del municipio, es indudable que en las rancherías se acentúa la falta de servicios públicos.

En la tabla siguiente se presenta la urbanización de las localidades con respecto a los servicios públicos en las localidades del Municipio de La Colorada:

**Tabla IV. 107.** Servicios Públicos en la Colorada. (Fuente: Programa de desarrollo urbano de La Colorada.)

Servicios Públicos	Cobertura
Agua Potable	100%
Energía Eléctrica	100%
Drenaje	95%
Sanitario	95%
Seguridad Pública	70%
Alumbrado Público	70%
Pequeño comercio	30%

### Salud

En La Colorada, la atención a la salud de los habitantes la proporciona El Centro de Salud Rural de La Colorada de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, donde presentan servicios de primer nivel, es decir atienden consulta, partos, vacunación, pequeñas cirugías y curaciones, en los casos de que se requiera atención médica especializada, los pacientes acuden a la ciudad de Hermosillo, donde aparte de los hospitales de las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad para los Trabajadores al Servicio del Estado y la Secretaria de Salud, existen clínicas de especialidades. En la tabla



siguiente se muestra la población con derechos de salud en las localidades de la zona de interés:

**Tabla IV. 108.** Población con derechos de salud. (Fuente: INEGI, Censo 2010)

	La colorada (número de personas).	%
Población Derechohabientes del IMSS	74	44.58
Población Derechohabientes del ISSTE	14	8.43
Población Derechohabientes del ISSTE Estatal	13	7.83
Población Derechohabientes del Seguro Popular	65	39.16
Población con Servicios de Salud	166	100

## Factores socioculturales

### Religión

Con base a estadísticas del INEGI la gran mayoría de las localidades que se relacionan con la zona minera cuentan con una iglesia, donde la religión que predomina es la católica, para un 96.08% de los habitantes mayores de 5 años del municipio, siguiendo los pobladores con religión no católica que representa el 2.53% y los que no practican religión alguna con un 1.39%.

Normalmente las fiestas de las localidades importantes del municipio son en honor del santo patrón, con actos religiosos y festivos provistos de juegos mecánicos, corridas de toros con ganaderías de la región, fuegos artificiales etc., en general en todos los poblados se celebran los días de navidad, fin de año, año nuevo, día de reyes, semana santa más las fiestas civiles como el aniversario de la independencia, aniversario de la revolución, etc.

### Educación

En La Colorada se cuenta con instalaciones desde la enseñanza preescolar a telesecundaria. Los habitantes que aspiren a la educación media o superior se trasladarán a la ciudad de Hermosillo u opcionalmente en otros estados dependiendo de la vocación profesional.

La infraestructura de educación cuenta con los siguientes planteles:

- Jardín de Niños (preescolar) 1
- Escuelas primarias 1



- Telesecundaria 1

Como se aprecia en la tabla que se incluye a continuación, el rezago educacional el 6.93% de la población en general es analfabeta, considerándose un bajo porcentaje puesto que la población comprende niños y adultos mayores.

**Tabla IV. 109.** Alfabetismo. (Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010)

Comunidad	Sabe Leer y Escribir		No Sabe Leer y Escribir		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
La Colorada	125	130	10	9	274

En la localidad de La Colorada se tiene la infraestructura escolar suficiente y necesaria para la enseñanza desde preescolar hasta secundaria. En el caso de la educación superior, los interesados son enviados a la ciudad de Hermosillo o al vecino estado de Sinaloa donde se encuentran planteles educativos que cubren una amplia gama de licenciaturas y especialidades.

### Marginación y pobreza

La pobreza está íntimamente relacionada con la marginación y es común que los municipios con alto grado de marginación tengan un severo índice de pobreza.

De acuerdo a datos estadísticos se tiene que para el Estado de Sonora los Índices de Pobreza alimentaria son del 9.6%, de capacidades 15.8% y patrimonial 40%, por lo que en cuanto a índice de pobreza se tiene un nivel Bajo. Para el caso del municipio de La Colorada el nivel de pobreza es bajo, mientras que en la localidad específica de La Colorada se tiene que el nivel de la pobreza alimentaria Muy bajo; de acuerdo a las fuentes de información CONAPO y CENEVAL.

El estado de Sonora ocupa el lugar 24 a nivel nacional en marginación, con un índice bajo de marginación en el municipio de La Colorada, tiene un grado de marginación bajo y ocupa en el contexto estatal el lugar 17 y en el nacional el lugar 1859. La Colorada se tiene un grado de marginación muy bajo, posiblemente debido la escasa infraestructura industrial lo que trae como consecuencia a una baja actividad económica.

### IV.5. Diagnóstico ambiental

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio



y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georeferenciados el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, de acuerdo a los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

### **Metodología para la elaboración del DA**

Con este contexto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés –*Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el Sistema Ambiental, es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004).

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico



- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrollo una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa, tal como se presenta en la tabla IV.110.

**Tabla IV. 110.** Escalas de comparación de Saaty

Valor	Significado	Descripción
9	Absolutamente más importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o indiferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo



En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

3. Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares, como se ejemplifica en la figura IV.41.

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>C1</b>	1		
<b>C2</b>		1	
<b>C3</b>			1

Figura IV. 45. Matriz de comparación por pares genérica

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la "matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.

5. Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda ( $\lambda$ ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la



observación de que  $\lambda$  es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración ( $n$ ) para matrices positivas y recíprocas, y  $\lambda = n$  si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente,  $\lambda - n$  puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de  $PC < 0.10$  indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas;

$PC > 0.10$ , indica inconsistencia en los juicios.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado "*PriEsT - A Priority Estimation Tool*" (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la tabla IV.111. La proporción o índice de consistencia obtenido con el software de la Matriz de



comparaciones pareadas para todos los componentes obtuvo un valor menor de 0.10; lo que, de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

**Tabla IV. 111.** Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	1.04
2	Suelos	1.03
3	Hidrología	0.93
4	Vegetación	2.67
5	Fauna	1.82
6	Paisaje y Geoformas	1.66
7	Socioeconómico y cultural	0.85

Los componentes vegetación y fauna son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). Le sigue paisaje y geoformas, atmósfera, suelos e hidrología en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado "Valor de





Importancia", en una escala de 0 a  $n$ , siendo  $n$  el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado "Valor Ponderado". A continuación, en la aplicación de ArcMap del software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 5 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o, por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente tabla IV.112.

**Tabla IV. 112.** Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
Atmósfera	Actividades humanas	Sin afectación	6.0	36.0
19	6	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	4.0	24.0
		Camino pavimentados	3.0	18.0
		Localidades rurales	3.0	18.0
		Agostaderos y parcelas	2.5	15.0
		Actividades mineras	1.5	9.0
		Camino no pavimentados	1.0	6.0



Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado	
	Captura de polvos fugitivos	Cobertura cerrada	6.0	42.0	
		7	Cobertura dispersa	2.0	14.0
		Cobertura abierta	4.0	28.0	
	Ruido	6	Áreas con ruido natural	6.0	36.0
			Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado	4.0	24.0
			Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto	3.0	18.0
			Áreas con generación de ruido artificial constante moderado	2.5	15.0
		Áreas con generación de ruido artificial constante alto	1.0	6.0	
Suelo	Actividades humanas	Sin afectación	3.0	9.0	
14	3	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	2.0	6.0	
		Agostaderos y parcelas	1.5	4.5	
		Caminos no pavimentados	1.0	3.0	
		Localidades rurales	0.2	0.6	
		Actividades mineras	0.2	0.6	
		Caminos pavimentados	0.0	0.0	
	Erosión eólica	2	Alta	0.0	0.0
			Baja	2.0	4.0
		Moderada	1.0	2.0	
	Erosión hídrica	4	Alta	0.0	0.0
			Moderada	2.0	8.0
Potencial de degradación	5	Actividades antropogénicas	3.0	15.0	
		Sin degradación aparente	5.0	25.0	
Hidrología	Superficial	Corrientes perenes	1.0	1.0	
6	1	Cuerpos lénticos	0.9	0.9	
		Corrientes intermitentes	0.6	0.6	
	(Recarga 1) Zonas con potencial de	Material NO consolidado con posibilidades altas	1.0	1.0	



Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	infiltración en función del material	Material NO consolidado con posibilidades medias	0.8	0.8
	1	Material NO consolidado con posibilidades bajas	0.7	0.7
		Material Consolidado con posibilidades bajas	0.4	0.4
	(Recarga 2) Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes	0° -5°	2.0	4.0
		5° - 14°	2.0	4.0
	2	14° - 24°	1.5	3.0
		24° - 55°	1.0	2.0
		> 55°	0.2	0.4
	Vegetación	Actividades humanas	Sin afectación	5.0
25	5	Agostaderos y parcelas	0.5	2.5
		Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	3.5	17.5
		Localidades rurales	0.3	1.5
		Caminos pavimentados	0.0	0.0
		Caminos no pavimentados	0.0	0.0
		Actividades mineras	0.0	0.0
	Tipos de vegetación valorada	Matorrales desértico micrófilo	5.9	52.7
	por su capacidad de regeneración	Suelo sin vegetación aparente	0.5	4.5
	9	Zonas incendiadas	0.5	4.5
		Otros usos del suelo	0.0	0.0
	Cobertura de la vegetación	Cobertura cerrada	11.0	121.0
	11	Cobertura dispersa	2.5	27.5
Cobertura abierta		6.0	66.0	
Fauna	Influencia de	Sin influencia	10.0	100.0



Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	zonas de			
20	ahuyentamiento	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	7.0	70.0
	10	Agostaderos y parcelas	3.0	30.0
		Localidades rurales	2.0	20.0
		Caminos no pavimentados	2.0	20.0
		Caminos pavimentados	1.0	10.0
		Zonas incendiadas	0.5	5.0
		Actividades mineras	2.0	20.0
	Zonas aptas para el establecimiento	Matorrales desértico micrófilo	10.0	100.0
	de hábitats	Suelo sin vegetación aparente	4.5	45.0
	Corrientes de agua intermitentes	7.5	75.0	
Paisaje y	Modelo de Topoformas valoradas	Cañones	5.0	25.0
Geoformas	por su grado de influencia al entorno	Valles poco profundos	4.8	24.1
9	5	Drenajes de tierras altas	4.5	22.3
		Planicies	4.8	24.1
		Colinas locales en los valles	4.1	20.5
	Actividades humanas	Sin afectación	1.0	1.0
	1	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	0.7	0.7
		Localidades rurales	0.3	0.3
		Agostaderos y parcelas	0.2	0.2
		Caminos pavimentados	0.2	0.2
		Caminos no pavimentados	0.2	0.2
		Zonas incendiadas	0.2	0.2
		Actividades mineras	0.1	0.1
	Modelo de Rumbos de Pendientes	N	3.0	9.0
	3	NE y NO	2.7	8.2
E y O		2.5	7.4	



Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado	
7		Plano	2.7	8.2	
		S	1.8	5.3	
		SE y SO	2.0	6.1	
	Socioeconómico y Cultural	Actividades humanas	Localidades rurales	3.5	12.3
		3.5	Actividades mineras	3.0	10.5
	Caminos pavimentados		3.3	11.6	
	Áreas de interés antropológico y/o histórico		3.3	11.6	
	Agostaderos y parcelas		2.9	10.2	
	Caminos no pavimentados		2.8	9.8	
	Sin afectación		3.0	10.5	
Zonas incendiadas	0.5		1.8		
Servicios e infraestructura	Disponibilidad de servicios *****	3.5	12.3		
3.5	Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas	2.0	7.0		
	Caminos	3.3	11.6		

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapets de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del Proyecto.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la figura IV.47 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado. Asimismo, en la figura IV.46 se muestra un mosaico de los diagnósticos generados para el Sistema Ambiental.



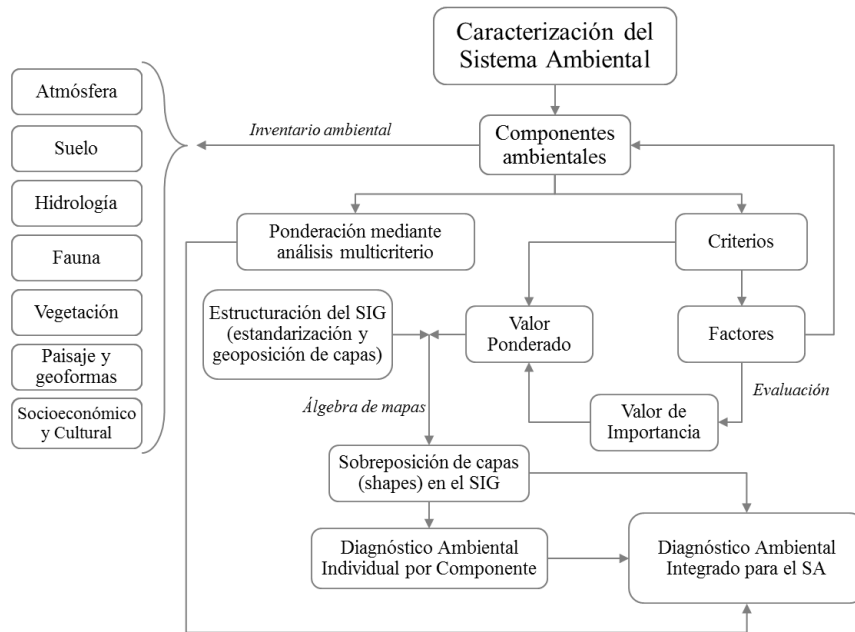


Figura IV. 46. Procedimiento para la generación de diagnóstico ambiental integrado

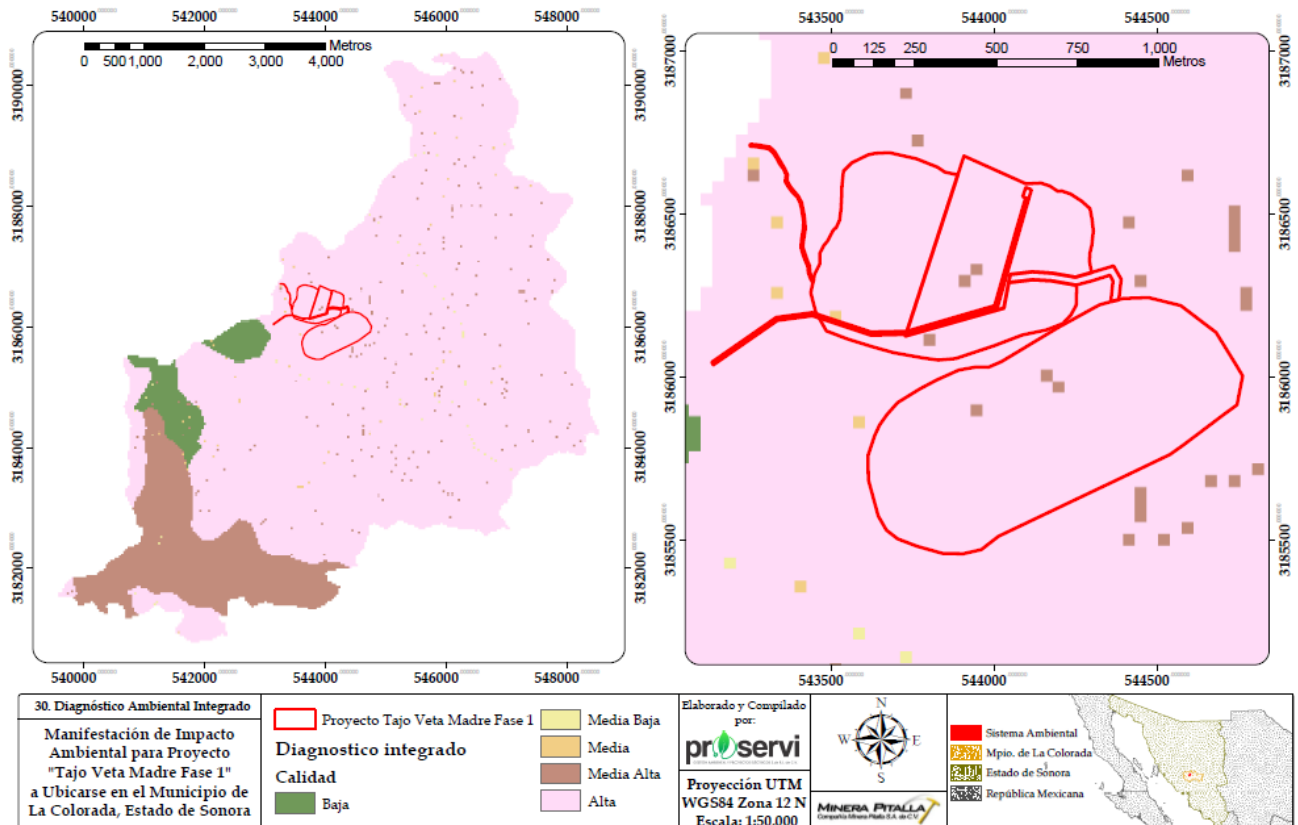


Figura IV. 47. Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describe el diagnóstico de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, y se presentan las imágenes generadas en el SIG que muestran la calidad de cada componente.

## **Diagnóstico Ambiental por componentes**

### *Atmósfera*

De acuerdo a los criterios considerados en la tabla IV.48, la calidad atmosférica, particularmente dentro del Sistema Ambiental, está estrechamente relacionada con la calidad del aire (emisión de gases contaminantes y de polvos fugitivos), y la generación de ruido. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad de la atmósfera. De esta manera, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades mineras, las de uso de suelo urbano, los caminos, los agostaderos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde puntualmente hay generación de ruido y contaminantes atmosféricos que se dispersan de forma muy variable, dependiendo de las condiciones climáticas, siendo el tipo de cobertura vegetal (abierta, cerrada o dispersa) una barrera física contra la dispersión de algunos contaminantes, por lo cual también se consideró en el diagnóstico de este componente ambiental.

En la figura IV.48 se presenta el diagnóstico de la calidad atmosférica estimada dentro del área de estudio del Proyecto.



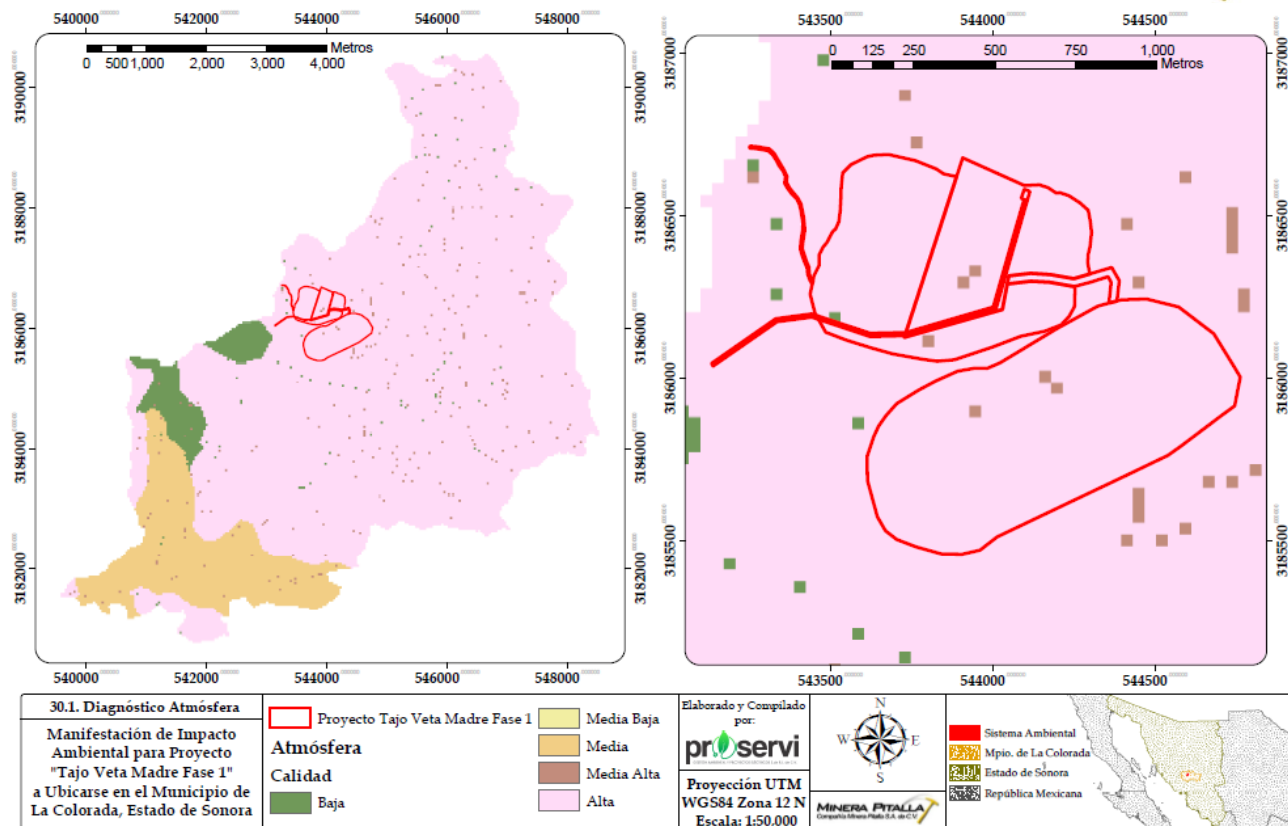


Figura IV. 48. Calidad atmosférica

Como se observa en la figura anterior, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a aquellas con ausencia directa de actividades mineras, ya que, al contrario de estas, aquellas que directamente presentan zonas agrícolas y caminos disminuyen su calidad ambiental atmosférica; hasta detectar una ausencia total de calidad ambiental atmosférica, la cual está directamente relacionada con presencia de caminos y actividades mineras.

### Suelo

El diagnóstico ambiental del suelo se muestra en la figura IV.49. En general predominan los valores altos. Las zonas de mayor calidad, con un valor alto, presentan baja susceptibilidad a la erosión ya que esta se presenta más alta solamente en temporada de lluvias por la velocidad de los escurrimientos; además presentan un potencial forestal alto, criterio que a su vez consideró factores como profundidad efectiva del suelo, clase textural, tipo de suelo dominante, y limitantes físicas (esqueleto-limitantes).



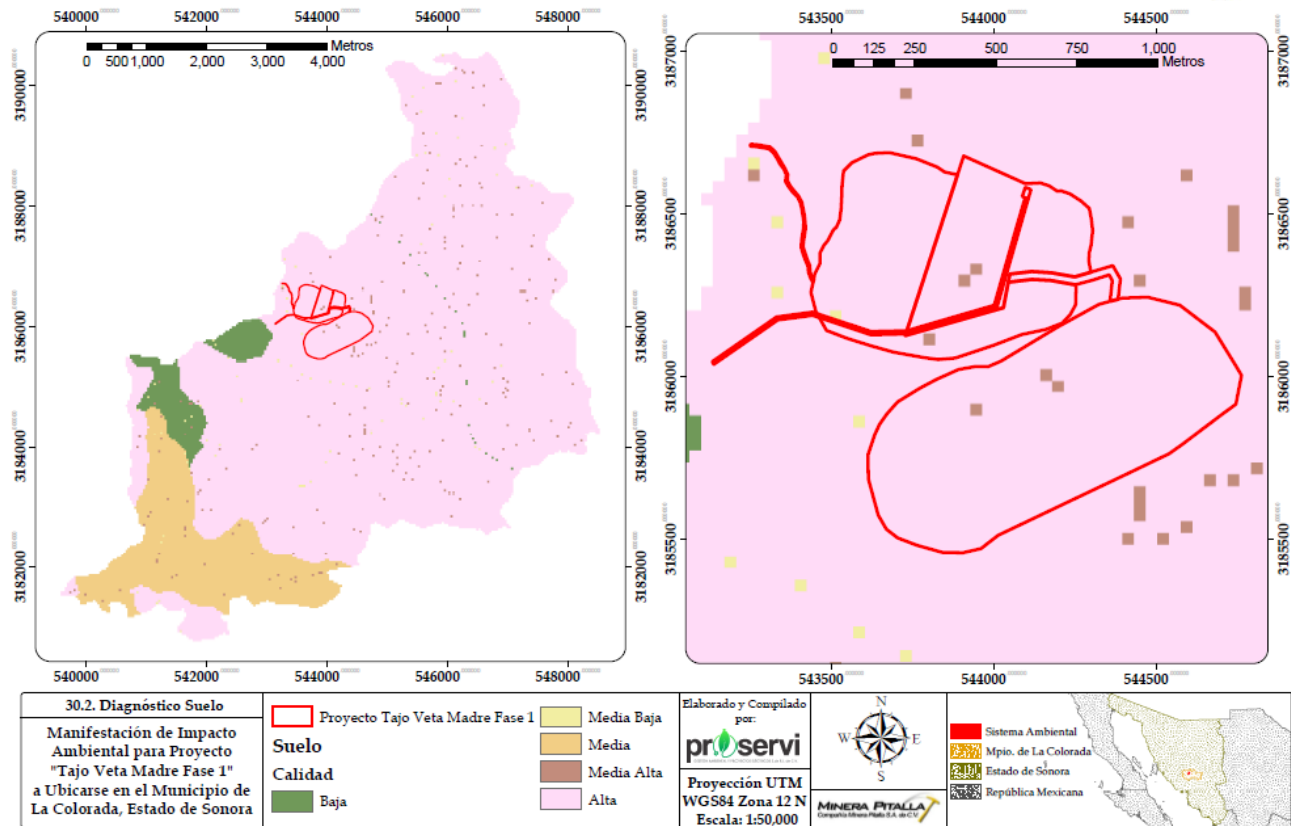


Figura IV. 49. Calidad del suelo

Como se observa para el sistema ambiental predomina la calidad de suelo alta, hacia el sureste del sistema ambiental se presenta una calidad media, esto debido a que se presentan actividades antropogénicas en la zona. Al oeste del sistema ambiental se observa una calidad baja del suelo, esto principalmente por la presencia de actividades mineras.

### Hidrología

Entre los criterios establecidos para diagnosticar la hidrología en el SA fueron consideradas la hidrología superficial, zonas con potencial de infiltración en función del material y las zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes. El diagnóstico ambiental del suelo se muestra en la figura IV.50.

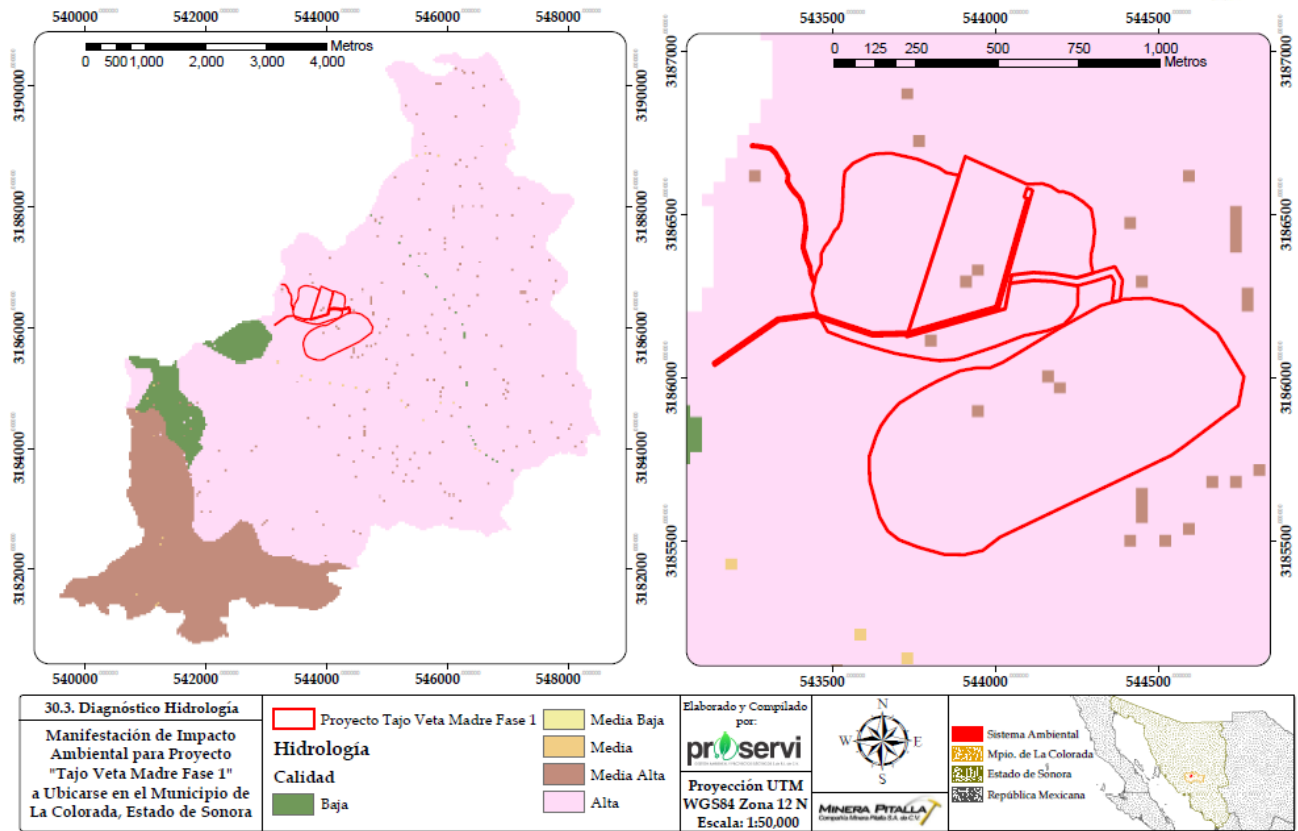


Figura IV. 50. Calidad del factor hidrología

Como puede observarse, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a la mayor parte del sistema ambiental, aunque también se observan pequeñas superficies con baja calidad en la porción oeste del SA.

### Vegetación

Los criterios establecidos para evaluar el diagnóstico de la vegetación en el SA involucran directamente las actividades humanas, los tipos de vegetación valorados por su capacidad de regeneración y la cobertura de la vegetación. El diagnóstico ambiental de vegetación se muestra en la IV.51.



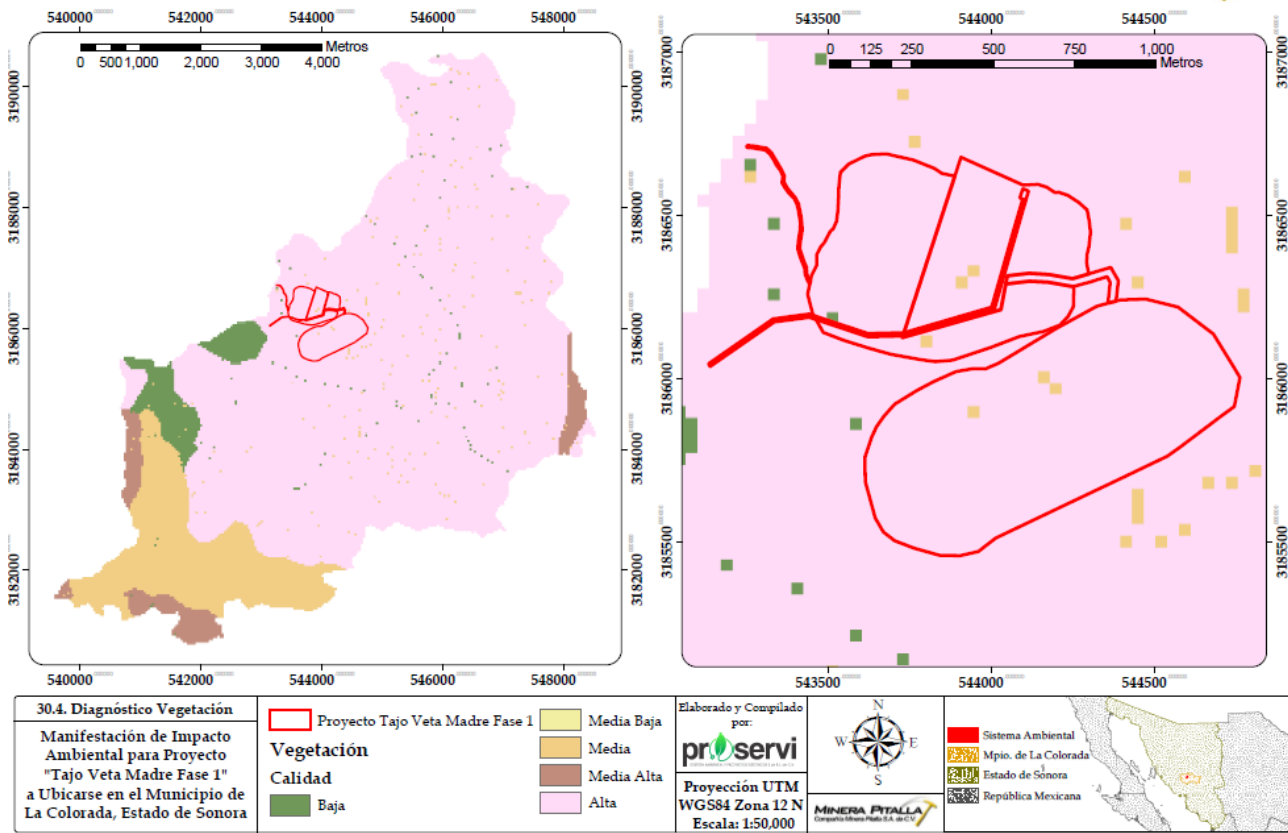


Figura IV. 51. Diagnóstico del factor vegetación

De acuerdo al diagnóstico ambiental para la vegetación, las áreas que presentan mayor calidad corresponden a la mayor parte del sistema ambiental, observándose que está disminuye principalmente en una franja que se distribuye por la parte oeste del SA, coincidiendo con los caminos existentes pavimentados y la localización de actividades mineras. Cabe resaltar que la superficie con alta calidad domina sobre aquellas que carecen de ella.

### Fauna

Para la realización del diagnóstico ambiental del componente fauna se realizó el análisis de básicamente dos criterios. El primero de ellos hace alusión a aquellas zonas que potencialmente impiden encontrar un hábitat propicio para el adecuado desarrollo natural de la fauna, mientras que el segundo de los criterios, basa su análisis en aquellas zonas protegidas que cuentan con características ambientales que proporcionan un hábitat propicio para la fauna. El diagnóstico ambiental de la fauna se muestra en la figura IV.52.

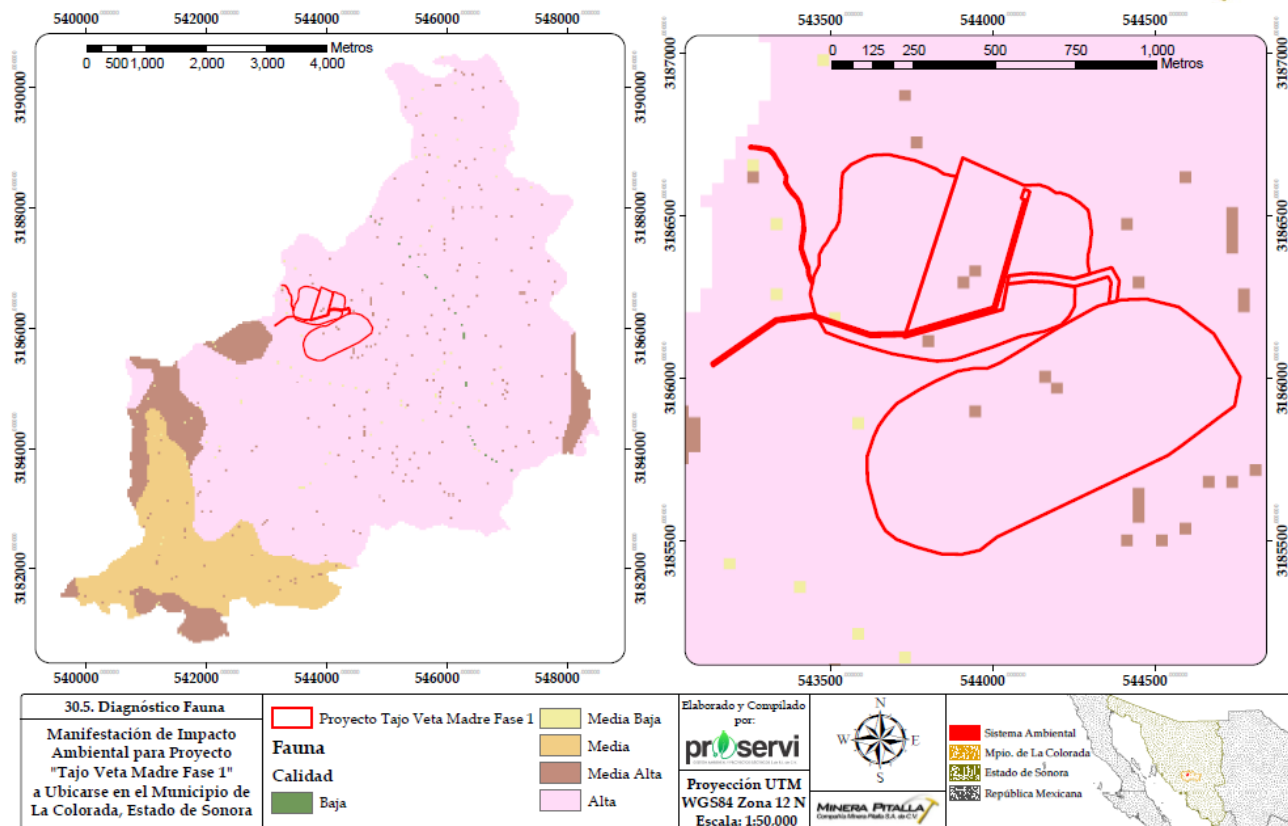


Figura IV. 52. Diagnóstico del factor fauna

De acuerdo a la figura anterior, el diagnóstico ambiental de la fauna muestra una alta calidad dominando sobre el resto de las categorías establecidas. Únicamente se observa una media a baja calidad en aquellas zonas con presencia y/o actividades humanas como lo son caminos y localidades o centros urbanos y áreas cultivadas y zonas de actividades mineras.

### Paisaje y Geoformas

Para evaluar el componente paisaje y geoformas fueron considerados tres criterios: modelo de toposformas valoradas por su grado de influencia al entorno, actividades humanas y modelo de rumbos de pendientes. El diagnóstico ambiental de paisaje y geoformas se muestra en la figura IV.53.

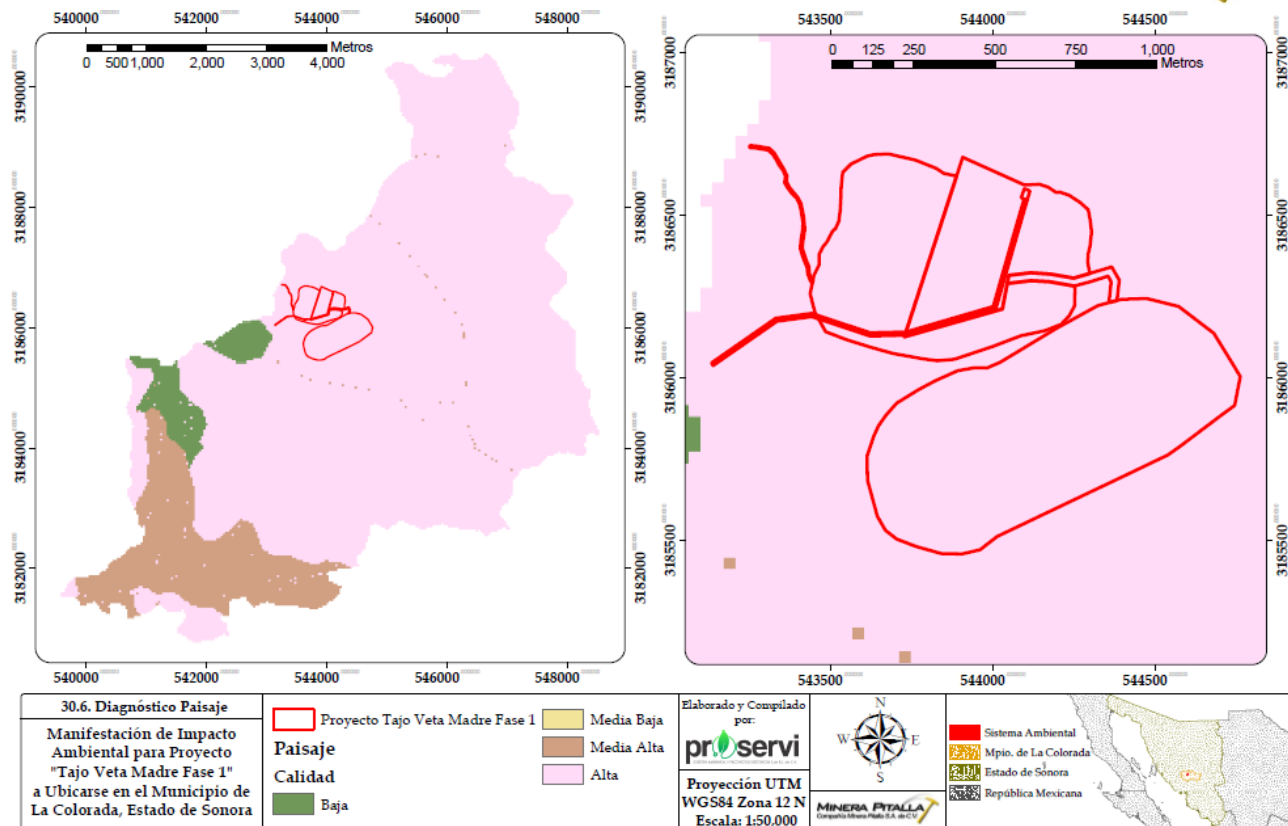


Figura IV. 53. Diagnóstico del factor ambiental paisaje y geofomas

Como se puede observar, el diagnostico individual de este componente muestra que básicamente la superficie del SA se encuentra dominada por una calidad ambiental alta, seguida de una calidad media, y baja principalmente en pequeñas porciones localizadas en la porción oeste del SA.

### Socioeconómico y Cultural

Los criterios establecidos para este componente ambiental son dos: actividades humanas y servicios e infraestructura; considerando como actividades humanas la minería, agostaderos y parcelas, usos productivos de suelo, entre otros. Para los servicios de infraestructura fueron considerados factores como lo son la disponibilidad de servicios, caminos, etc. El diagnóstico ambiental se muestra en la figura IV.54.

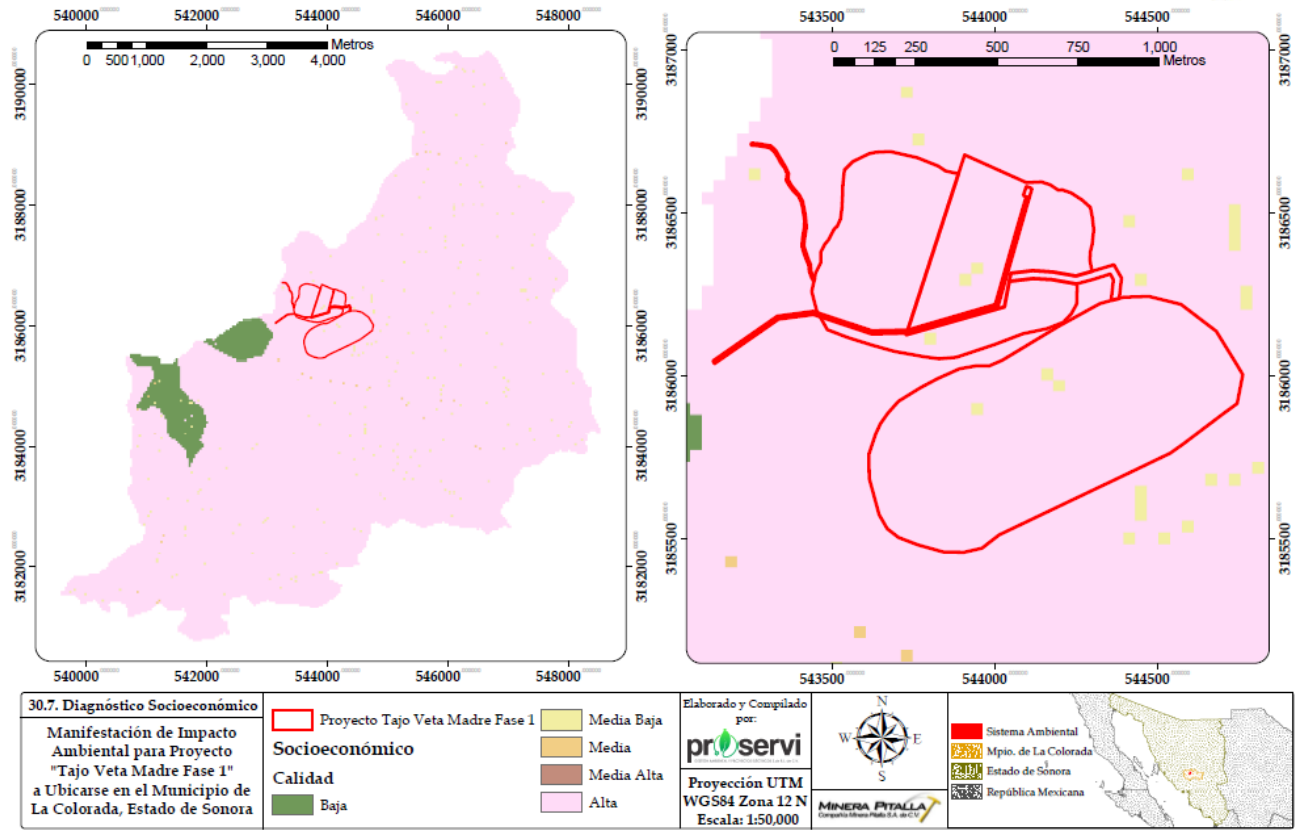


Figura IV. 54. Diagnóstico sociocultural y socioeconómico

De acuerdo a la figura del diagnóstico individual para el componente socioeconómico y cultural se puede observar que de forma generalizada dentro del SA se presenta una calidad ambiental alta.

## Capítulo V

<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	2
V. 1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	2
V.1.1 Indicadores de impacto .....	2
V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación.....	3
V.1.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.....	7
V.1.4 Resultados.....	7

### Índice de Tablas

Tabla V. 1. Factores Ambientales y Subfactores Impactados e indicadores de impacto .....	2
Tabla V. 2. Descripción de criterios utilizados en la matriz de cribado .....	3
Tabla V. 3. Valor de los criterios.....	4
Tabla V. 4. Valores de la escala.....	6
Tabla V. 5. Significancia y Valores de Impactos .....	7
Tabla V. 6. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Preparación del Sitio .....	8
Tabla V. 7. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Construcción. ....	8
Tabla V. 8. Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Operación .....	9
Tabla V. 9. Matriz de Interacciones de acciones del proyecto con los subfactores ambientales.....	9
Tabla V. 10. Matriz de Cribado.....	18
Tabla V. 11. Matriz matemática.....	27

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

Durante el desarrollo del presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos que se generarán a partir de la implementación del proyecto denominado "Tajo Veta Madre Fase 1".

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

Para identificar los impactos potenciales generados por el desarrollo del proyecto, de inicio se realizó una lista de chequeo simple, la cual permite identificar impactos rápidamente.

Como segundo paso se hace una identificación de impactos por medio de una matriz de interacciones entre acciones del proyecto y subfactores ambientales.

Después se continúa con matriz de cribado, en la que se valoran distintos atributos de cada impacto y se define a partir de un umbral fijado en valor de 15.5, es decir que los impactos que superen el umbral serán los impactos significativos, mientras que los impactos que se encuentren por debajo del umbral son los impactos que serán asimilables por el ecosistema.

Como cuarto paso se realiza una matriz matemática en la que los impactos que superaron el umbral son valorados para definir la significancia de cada uno de ellos, ésta definida en bajo, moderado, alto y muy alto.

Esta técnica parte de la diseñada por Leopold y colaboradores en los años 70 y es modificada por Domingo Gómez Orea en el 2002.

#### V.1.1 Indicadores de impacto

**Tabla V. 1.** Factores Ambientales y Subfactores Impactados e indicadores de impacto

Indicadores de Impacto		
Factor	Subfactor	Indicadores
Aire	Calidad	Emisión de gases de efecto invernadero.
	Visibilidad	Presencia de polvos, partículas suspendidas o humo.
	Confort sonoro	Generación de altos niveles de ruido, emisión de vibraciones.
Suelo	Pérdida de suelo	Modificaciones en el grado de erosión





Indicadores de Impacto		
Factor	Subfactor	Indicadores
	Calidad	Contaminación por basura, grasas o aceite.
	Estructura del suelo	Modificación de la topografía del suelo debido a cortes, nivelaciones, excavaciones y compactaciones.
Agua	Calidad	Contaminación por presencia de basura, grasas o aceite y generación de drenaje ácido.
	Drenaje natural	Modificación del patrón
	Infiltración	Modificación en la cantidad de infiltración de agua
	Escurrimiento	Aumento de la velocidad de los escurrimientos
Biota	<b>Flora</b>	
	Cubierta Vegetal	Disminución de la cubierta vegetal
	Diversidad y Abundancia	Modificación de la diversidad de especies y su abundancia
	<b>Fauna</b>	
	Diversidad y Abundancia	Modificación de la diversidad de especies y su abundancia
	Modificación de Hábitat	Modificación del hábitat debido al establecimiento del proyecto
Socioeconómicos	Empleo	Modificaciones en el número de fuentes de trabajo
	Economía	Modificación al ingreso per cápita
Paisaje	Escénico	Modificación en la calidad visual del conjunto ecosistémico

### V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

Para la evaluación de los impactos por medio de la matriz de cribado se utilizaron los siguientes criterios.

**Tabla V. 2.** Descripción de criterios utilizados en la matriz de cribado

Atributos	
Nombre	Descripción
<b>Inmediatez</b>	Dependencia directa de una acción o indirecta a través de un efecto
<b>Periodicidad</b>	Manifestación de forma cíclica o recurrente en el tiempo
<b>Momento</b>	Lapso que transcurre entre la acción y la aparición del efecto



<b>Atributos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<b>Acumulación</b>	Incremento continua de la gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera
<b>Sinergia</b>	Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples producen un efecto superior a su suma simple
<b>Reversibilidad</b>	Posibilidad de que el efecto sea asimilado por el ambiente, de tal manera que este, por sí solo, es capaz de recuperar las condiciones iniciales una vez producido el efecto
<b>Persistencia</b>	Tiempo de permanencia del efecto
<b>Magnitud</b>	Cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al sistema ambiental
<b>Recuperabilidad</b>	Posibilidad de recuperación de los efectos negativos del impacto mediante intervención externa.
<b>Signo</b>	Se refiere al carácter benéfico (positivo) o perjudicial (negativo) del impacto

**Tabla V. 3.** Valor de los criterios

<b>ATRIBUTOS DEL IMPACTO</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Carácter</b>	<b>Valor</b>
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1
Momento	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3



Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Moderada	2
	Fuerte	3
Reversibilidad	Reversible	1
	Irreversible	3
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Magnitud	En el Sitio del Proyecto	1 <sup>2</sup>
	En el AiP	2 <sup>2</sup>
	En el SA	3 <sup>2</sup>
Recuperabilidad	Posible totalmente	1
	Posible parcialmente	2
	Imposible	3
Signo	Benéfico	+
	Perjudicial	-

Se valora cada uno de los impactos en cada uno de los criterios y se hace una sumatoria de los valores, aquellos que superan el umbral, fijado en 15.5 son considerados impactos significativos y se evalúan en la matriz matemática.

Escala para desarrollar los valores de la matriz matemática:

Mij = Magnitud

Eij = Extensión Espacial

Dij = Duración

Sij = Efectos de Sinergia

Aij = Efectos Acumulativos

Cij = Controversia

En donde:

i = Acción.

j = Factor ambiental.



**Tabla V. 4.** Valores de la escala

Escala	Valor
Nulo	0
Nulo a bajo	1
Muy bajo	2
Bajo	3
Baja a moderada	4
Moderada	5
Moderada a alta	6
Alta	7
Muy Alta	8
Extremadamente Alta	9

Para determinar la significancia de cada impacto se realiza lo siguiente:

#### Índice Básico

$$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

#### Índice Suplementario

$$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + CD_{ij})$$

Los rangos de los índices son los siguientes:

$$(3/27) \leq MED_{ij} \leq 1$$

$$0 \leq SAC_{ij} \leq 1$$

#### Índice de Impacto

$$I_{ij} = MED_{ij}^{\phi}$$

#### Índice de Significancia del Impacto

$$G_{ij} = I_{ij} [1 - (T_{ij}/9)]$$

Dónde:

$$\phi = 1 - SAC_{ij}$$

$T_{ij}$  = Medida de Mitigación

Los rangos de significancia del impacto son clasificados de acuerdo a la siguiente tabla:



**Tabla V. 5.** Significancia y Valores de Impactos

<b>Significancia</b>	<b>Valores</b>
Bajo	0 - .24
Moderada	.25 - .49
Alta	.50 - .74
Muy Alta	.75 - 1.0

### V.1.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Leopold y colaboradores desarrollaron por primera vez la metodología para identificación de impactos en los años 70, enfocada principalmente a proyectos de construcción. Esta matriz permite identificar impactos y su origen, sin proporcionar valores a los mismos, esta metodología ha sido modificada con el pasar de los años por varios autores. Domingo Gómez Orea, hace una modificación a la matriz de Leopold en el 2002, esta matriz modificada enfoca la identificación de impactos que se generarán en los distintos factores ambientales y permite extraer aquellos impactos que son más significativos de aquellos que son menores y que la resiliencia del ecosistema le permite asimilarlos sin necesidad de enfocar medidas de mitigación a los mismos; permite también identificar aquellos impactos que serán positivos, lo que a su vez permite valorar y contrastar los impactos positivos de los negativos. Por los beneficios antes mencionados, se justifica el uso de la matriz de Leopold, modificada por Gómez Orea.

### V.1.4 Resultados

Se realizó una lista de chequeo para cada una de las fases del proyecto con los factores ambientales, los resultados se muestran a continuación en las tablas V.6, V.7 y V.8.



**Tabla V. 6.** Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Preparación del Sitio

Preparación del sitio	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS						
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES					
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	PAISAJE	SOCIOECONÓMICOS
Localización y trazo		x					✓
Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre				✓			✓
Rescate de flora				✓			✓
Desmonte y Despalme	x	x	x	x	x		✓
Obras de conservación de suelo y agua	✓		✓				✓

Durante la etapa de preparación del sitio se identificaron quince impactos, de los cuales nueve son positivos y seis negativos.

**Tabla V. 7.** Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Construcción.

Construcción	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS						
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES					
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	PAISAJE	SOCIOECONÓMICOS
Transporte de material y equipo	x	x		x	x		✓
Nivelación y Compactación	x	x	x	x	x		✓
Construcción	x	x	x				✓
Reubicación de flora y reforestación	✓	✓	✓	✓	✓		✓

Durante la etapa de construcción 21 impactos fueron identificados, de los cuales nueve son positivos y doce negativos.

Para la etapa de operación y cierre se identificaron nueve impactos de los cuales dos son positivos y cinco negativos.



**Tabla V. 8.** Interacción de Impactos con Factores Ambientales durante la fase de Operación

Operación	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS						
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES					
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONÓMICOS	PAISAJE
Operación de las instalaciones	x	x	x	x	✓	x	
Mantenimiento de las Instalaciones	x	x			✓		

Abandono	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS						
	ACCIONES	FACTORES AMBIENTALES					
		SUELO	AIRE	AGUA	BIOTA	SOCIOECONÓMICOS	PAISAJE
Limpieza del sitio		✓			✓		
Reconformación	✓	x		✓		✓	
Reforestación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

En total de la identificación de impactos por medio de la lista de chequeo se encontraron 57 impactos, de los cuales 26 son negativos y 31 son impactos positivos.

Posterior a la identificación de impactos por medio de la lista de chequeo, se realizó una matriz de identificación de interacciones, considerando las acciones de cada etapa y los subfactores ambientales sobre los que incidirá el desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta la matriz de interacciones.

**Tabla V. 9.** Matriz de Interacciones de acciones del proyecto con los subfactores ambientales

Componentes del Proyecto		Preparación del sitio					Construcción			Operación		Cierre		
		Localización y trazo	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	Rescate de flora	Desmonte y despalle	Obras de conservación de suelo y agua	Transporte de material y equipo	Nivelación y Compactación	Construcción	Reubicación de flora y Reforestación	Operación de las instalaciones	Mantenimiento de las instalaciones	Neutralización y estabilización	Reconformación
Factor	Subfactores													
Aire	Calidad				x		x	x	✓	x	x	✓		✓
	Visibilidad	x			x		x	x	✓	x	x			✓
	Confort sonoro	x			x		x	x	✓	x				✓



Componentes del Proyecto		Preparación del sitio					Construcción			Operación		Cierre		
		Localización y trazo	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	Rescate de flora	Desmonte y despalme	Obras de conservación de suelo y agua	Transporte de material y equipo	Nivelación y Compactación	Construcción	Reubicación de flora y Reforestación	Operación de las instalaciones	Mantenimiento de las instalaciones	Neutralización y estabilización	Reconformación
Factores Ambientales														
Factor	Subfactores													
Suelo	Residuos	x			x					✓				✓
	Disposición de material vegetal				x					✓				✓
	Pérdida de suelo				x	✓				✓			✓	✓
	Contaminación de suelo				x		x	x	x	✓	x	x		✓
	Estructura del suelo				x			x		✓	x	x	✓	✓
Agua	Calidad				x					✓	x		✓	✓
	Drenaje natural				x					✓				✓
	Infiltración				x	✓		x	x	✓				✓
	Construcción de presas filtrantes				x	✓				✓				✓
	Esguerrimiento				x	✓		x	x	✓				✓
Biota	<b>Flora</b>													
	Cubierta Vegetal			✓	x	✓				✓				✓
	Remoción de vegetación			✓	x					✓				✓
	Diversidad y Abundancia			✓	x					✓				✓
	<b>Fauna</b>													
	Desplazamiento		x		x					✓				✓
	Diversidad y Abundancia		x		x	-	x			✓	x			✓
	Modificación de Hábitat		x		x					✓	x			✓
Paisaje	Modificación del paisaje				x		x		x	✓	x			✓
Socioeconómicos	Empleo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Economía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓





## **Impactos identificados por Preparación del sitio**

### **Localización y trazo**

En esta acción del proyecto se presentan los siguientes impactos por factor ambiental:

#### **Aire**

El primer impacto se da en la visibilidad, este se genera por la emisión de partículas de polvo por el tránsito de vehículos y maquinaria que transporte al personal para acudir al área del proyecto a delimitar las áreas en que se realizará el mismo.

El segundo impacto es al confort sonoro, esto por la generación de ruidos ajenos al área de impacto; desde el momento que el personal arribe al área del proyecto para delimitar los límites de ocupación del mismo se producirán ruidos ajenos a los normalmente generados.

#### **Suelo**

Se genera un impacto negativo por la generación de residuos por los trabajos de localización y trazo durante la etapa de preparación del sitio.

#### **Socioeconómicos**

En este factor inciden dos impactos, uno en el empleo y el segundo en la economía, se desprenden de la contratación de personal para delimitar el área en que se realizará el proyecto, lo que tiene una incidencia directa en la economía.

### **Desmante**

#### **Aire**

Durante el desmante se identifican tres impactos en este factor, el primero en la calidad del aire, esto debido a que para realizar dicha acción se requiere de maquinaria para el derribo, extracción y traslado de materias forestales, además de los vehículos usados en la actividad los vehículos que transporten al personal que realizará el desmante, rescate de flora y ahuyentamiento de fauna, entonces este impacto se da por la generación de gases por combustión de vehículos y maquinaria.

El segundo impacto corresponde a la visibilidad, debido a que durante el desmante se generan partículas suspendidas, lo que temporalmente afectará la visibilidad. El tercer impacto corresponde a la generación de ruido por el desarrollo de las actividades.



## **Suelo**

Para este factor encontramos cinco impactos negativos y uno positivo, el primero de ellos es la generación de residuos por el impacto antropogénico por la ejecución del proyecto, en la disposición de material vegetal, la estructura del suelo se verá afectada por lo que provocará que la pérdida de suelo se incremente por efecto de la erosión hídrica y eólica.

El factor positivo en el factor suelo es debido a la implementación de las obras de conservación.

## **Agua**

En este factor se identifican ocho impactos, de los cuales cinco son negativos y tres positivos.

Los impactos negativos en este subfactor, afectarán la calidad del agua, los drenajes naturales, al remover la vegetación, los escurrimientos aumentarán, por lo que la infiltración del agua disminuirá.

## **Flora**

Para este factor se identifican tres impactos negativos, mismos que afectan la cobertura vegetal, la diversidad y abundancia.

Dentro de los impactos positivos se dan por el rescate de flora, misma que compensará la remoción de la vegetación del área del proyecto, al ser reubicada está a otra zona.

## **Fauna**

En este factor se dan tres impactos, sobre el hábitat de la fauna, debido a la remoción de la vegetación lo que puede afectar directamente madrigueras y nidos, así como áreas de caza y desplazamiento de fauna. El segundo incide sobre la diversidad y abundancia del área de impacto del proyecto, esto debido a la eliminación de hábitats y a la presencia humana y ruido generado, lo que provoca que la fauna se desplace a lugares aledaños, siendo este último el tercer impacto, por lo tanto, la presencia de fauna en el área de impacto del proyecto será menor.

## **Socioeconómicos**

Para este factor se identifican dos impactos, generación de empleos y aportación al incremento de la economía. La generación de empleo en esta etapa es mayor ya que se



tendrá que contratar personal para el derribo, la extracción y el traslado de las materias forestales, también para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y rescate de flora.

Por lo tanto, se contribuirá al incremento de la economía por la generación de empleos además de por la adquisición de bienes para desarrollar las actividades.

### **Paisaje**

En este factor se incide directamente por la remoción de la vegetación lo que causará un impacto a la calidad visual del área de impacto del proyecto.

### **Construcción**

#### *Transporte de material y equipo*

#### **Aire**

Durante esta acción se encontraron tres impactos para este factor. El primero de ellos es en la calidad del aire debido a los vehículos que transportarán el material y equipo necesario para el desarrollo del proyecto.

El segundo se da sobre la visibilidad, debido a que el área del proyecto se encontrará desprovista de vegetación al momento de descarga de maquinaria y equipo se provocarán partículas suspendidas, lo que provocará que la visibilidad en el área del proyecto se vea afectada. El tercero es en el confort sonoro, generación de ruido por las actividades realizadas.

#### **Suelo**

Para este factor se identifica un impacto, el cual es posible contaminación de suelo por derrames de grasas y aceites por la presencia de vehículos.

#### **Fauna**

Durante esta acción se generará ruido con lo que la fauna de los alrededores se desplazará a lugares más alejados, con lo que se afectará la diversidad y abundancia de la misma en el área específica del proyecto.



### **Socioeconómicos**

En esta etapa se identifican dos impactos, los cuales son la generación de empleo por el desarrollo del proyecto y la aportación al incremento de la economía por la generación de empleo y adquisición de bienes y servicios.

### **Paisaje**

La presencia de maquinaria y equipo para el desarrollo del proyecto provocará impacto en la calidad visual del área en que se llevará a cabo el proyecto.

### Nivelación y Compactación

#### **Aire**

Durante la nivelación y compactación se identificaron tres impactos, el primero sobre la calidad del aire, esto debido a la combustión de la maquinaria. El segundo incide en la visibilidad debido a los polvos que se generarán durante la compactación. El tercer impacto incide en el confort sonoro por la generación de ruido por el desarrollo de las actividades.

#### **Suelo**

Para este factor se identificaron dos impactos, el primero de ellos la probable contaminación de suelo por derrames de aceite o grasas de la maquinaria que desarrolla las actividades. El segundo impacto se da sobre la estructura del suelo ya que esta cambia debido a la nivelación y compactación del mismo.

#### **Agua**

Para este factor se identifican dos impactos, el aumento de la velocidad de los escurrimientos de agua pluvial, esto debido a que el suelo estará compactado. El segundo impacto corresponde a la reducción de la infiltración de agua pluvial y se relaciona directamente con la compactación del suelo ya que al estar compactado el suelo es más difícil la misma, aunado a que la velocidad de los escurrimientos también reducirá el porcentaje de infiltración.

### **Socioeconómicos**

Impactos positivos por la generación de empleo para el desarrollo de las actividades, así como contribución a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios.



## **Construcción**

### **Aire**

En esta etapa se identificaron tres impactos, el primero de ellos en la calidad del aire debido a la combustión de la maquinaria que será utilizada para la edificación. El segundo sobre la visibilidad por la generación de polvos y el tercero sobre el confort sonoro por generación de ruido.

### **Suelo**

Para esta etapa existe la posibilidad de generar contaminación de suelo por aceites o grasas derramadas por la maquinaria que se utilizara para la edificación.

### **Agua**

Debido a la compactación del área se provocará el aumento en la velocidad de escurrimientos pluviales y se reducirán las áreas en que el agua pueda infiltrarse.

### **Socioeconómicos**

Para este factor se identifican dos impactos, la generación de empleo y el incremento en la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios.

### **Paisaje**

La presencia de los edificios causara impacto sobre la calidad visual del área del proyecto, ya que estos son ajenos al ecosistema.

## **Operación**

### **Operación de las instalaciones**

#### **Aire**

Para la operación de las instalaciones se identificaron tres impactos en el factor aire, el primero de ellos es sobre la calidad del aire y se deriva de la combustión del funcionamiento de vehículos y maquinaria con que operará el proyecto.

El segundo es en la visibilidad y se deriva del movimiento de vehículos y maquinaria en las áreas desnudas se podrán generar polvos.



El tercero incide en el confort sonoro y se debe a la generación de ruido que se generará por la operación del proyecto, tanto por vehículos y maquinaria, así como por el personal.

### **Suelo**

Para este factor se identifican dos impactos, el primero de ellos por la posible contaminación de suelo por derrames de aceite o grasas de los vehículos y maquinaria que se ocuparan durante la operación del proyecto.

El segundo incide en la estructura del suelo, esto debido a que se manejará material inerte, por lo que cambiará la estructura interna del mismo. Dentro de este impacto también se considera la afectación por la circulación de vehículos y maquinaria ya que compactaran el suelo por su movimiento, lo que cambiara la estructura del mismo, así como por el caminamiento, lo que provocará la compactación del suelo.

### **Agua**

En este factor solo se identifica un impacto, el cual es la probabilidad de contaminación del agua por derrames de aceites o grasas por la circulación de vehículos y maquinaria y por la posibilidad de generar drenaje ácido.

### **Fauna**

Durante la operación del proyecto se identificaron dos impactos, el primero de ellos en la modificación del hábitat de fauna, esto debido a el ruido que se generará por la operación del proyecto lo que provocará que en áreas aledañas que aún conserven vegetación la fauna se desplace a lugares más lejanos, lo que deriva en el segundo impacto que es cambios en la diversidad y abundancia de fauna en el área de impacto del proyecto.

### **Socioeconómicos**

Generación de empleo y contribución a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios para la operación del proyecto, son los impactos identificados para esta acción.

### **Paisaje**

El impacto a la calidad visual del área por la operación del proyecto, ya que la presencia de edificaciones, vehículos, maquinaria y personal son ajenos al ecosistema.



### Mantenimiento de las instalaciones

#### **Aire**

Durante el mantenimiento de las instalaciones se identificaron dos impactos, los cuales derivan del movimiento por el área del proyecto de vehículos que transportaran al personal encargado de supervisar el estado de cada una de las instalaciones, por lo tanto, la combustión de dichos vehículos generará gases que afectarán la calidad del aire.

El segundo impacto corresponde a la generación de polvos por los mismos vehículos ya que las áreas por las que circularán estarán el suelo desnudo.

#### **Suelo**

Para el factor suelo se identifican dos impactos, uno de ellos es la probable contaminación del suelo por derrames de aceite o grasas durante los recorridos de vehículos para la supervisión de áreas del proyecto.

El segundo incide en la estructura del suelo y se debe al circulamiento de vehículos, lo que provocará la compactación del suelo.

#### **Socioeconómicos**

Generación de empleo y aportación a la economía por sueldos y adquisición de bienes y servicios para llevar a cabo las actividades de supervisión y mantenimiento de las instalaciones son los dos impactos identificados para este factor.







Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS											
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	Empleo	Economía					
		Reversibilidad	3															1												
		Persistencia	3																1											
		Magnitud	9																4											
		Recuperabilidad	3																1											
			33																20											
	Rescate de flora	Signo	(- / +)															(+)												
		Inmediatez	3															3												
		Periodicidad	3															3												
		Momento	3															3												
		Acumulación	3															1												
		Sinergia	3															2												
		Reversibilidad	3															3												
		Persistencia	3															4												
		Magnitud	9															1												
		Recuperabilidad	3															20												
	m	33																												
	Desmante y despalmes	Signo	(- / +)		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(+)	(-)	(-)		(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)					
		Inmediatez	3		1	1	1		3	1	1	1	3		1	3	3	1	1		3	3	3		1	1	1	1		3



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS							
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	Empleo	Economía	
Obras de conservación de suelo y agua	Periodicidad		3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	
	Momento		3	2	2	2	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	Acumulación		3	1	1	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	Sinergia		3	2	2	2	3	1	1	1	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1
	Reversibilidad		3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3
	Persistencia		3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
	Magnitud		9	1	1	1	1	1	1	1	1	9	4	9	9	9	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1
	Recuperabilidad		3	3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	1	1
				33	15	15	15	22	9	9	10	22	25	27	29	25	25	24	22	22	21	21	21	21	13	13
		Signo	(- / +)				(+)		(+)							(+)	(+)								(+)	(+)
		Inmediatez		3				3		3						3	3								3	3
		Periodicidad		3				3		3						3	3								3	3
		Momento		3				3		3						3	3								2	2
		Acumulación		3				3		3						3	3								2	2
		Sinergia		3				3		3						3	3								2	2
	Reversibilidad		3				3		3						3	3								3	3	
	Persistencia		3				3		3						3	3								9	9	
	Magnitud		9				4		4						4	4								2	2	



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS					
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	Empleo
		Recuperabilidad	3				2	2				2	2									2	2	
			33				27	27				27	27									28	28	
Construcción	Transporte de Material y Equipo	Signo		(-)	(-)	(-)			(-)										(-)	(-)	(+)	(+)		
		Inmediatez	3	1	1	1			1										1	1		3	1	
		Periodicidad	3	1	1	1			1										1	1		1	1	
		Momento	3	1	1	1			1										1	1		1	2	
		Acumulación	3	1	1	1			1										1	1		1	1	
		Sinergia	3	2	2	2			1										2	1		2	2	
		Reversibilidad	3	1	1	1			1										1	1		1	1	
		Persistencia	3	1	1	1			1										1	1		1	1	
		Magnitud	9	4	4	4			1										4	1		4	4	
		Recuperabilidad	3	1	1	1			1										1	1		1	1	
				33	13	13	13			9									13	9		15	14	
	Nivelación y compactación	Signo			(-)	(-)	(-)			(-)	(-)		(-)	(-)								(+)	(+)	
		Inmediatez	3	3	1	1			1	1			3	3									1	1
		Periodicidad	3	1	1	1			1	1			1	1									1	1
Momento		3	1	1	1			1	1			2	2									1	1	
Acumulación		3	1	1	1			1	1			1	1									1	1	



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS				
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje
Construcción	Sinergia		3	2	2	2				1	2			2	2							1	1
	Reversibilidad		3	1	1	1				1	1			1	1							1	1
	Persistencia		3	1	1	1				1	1			1	1							1	1
	Magnitud		9	4	4	4				1	1			4	4							1	1
	Recuperabilidad		3	1	1	1				1	1			1	1							1	1
			33	15	13	13				9	10			16	16							9	9
	Signo			(-)	(-)	(-)				(-)				(-)	(-)						(-)	(+)	(+)
	Inmediatez		3	1	1	1				1				3	3						3	1	1
	Periodicidad		3	1	1	1				1				3	3						1	1	1
	Momento		3	1	1	1				1				2	1						1	1	1
	Acumulación		3	1	1	1				1				1	1						1	1	1
	Sinergia		3	1	1	1				1				2	2						2	1	1
	Reversibilidad		3	1	1	1				1				1	1						1	1	1
	Persistencia		3	1	1	1				1				1	1						1	1	1
	Magnitud		9	1	1	1				1				1	4						1	1	1
	Recuperabilidad		3	1	1	1				1				1	1						1	1	1
			33	9	9	9				9				15	17						12	9	9
	Reubicación de	Signo		(-/+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO			AGUA			VEGETACIÓN			FAUNA			SOCIOECONOMICOS						
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	Empleo	Economía
flora y reforestación		Inmediatez	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Periodicidad	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Momento	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Acumulación	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Sinergia	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Reversibilidad	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Persistencia	3	3		3	3			3	3		3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	1	
		Magnitud	9	4		4	4			4	4		4	4	4		4	4	4	4	4	4	1	1	
		Recuperabilidad	3	2		2	2			2	2		2	2	2		2	2	2	2	2	2	1	1	
			33	27		27	27			27	27		27	27	27		27	27	27	27	27	27	9	9	
Operación	Operación de las instalaciones	Signo		(-)	(-)	(-)				(-)	(-)		(-)									(+)	(+)		
		Inmediatez	3	1	1	1				1	1		1									1	1	3	3
		Periodicidad	3	1	1	1				1	1		3									1	1	1	1
		Momento	3	1	1	1				1	1		3									1	1	1	2
		Acumulación	3	1	1	1				1	1		3									1	1	1	3
		Sinergia	3	1	1	1				1	1		2									1	1	2	2
		Reversibilidad	3	1	1	1				1	1		3									1	1	1	1
		Persistencia	3	1	1	1				1	1		3									1	1	1	1



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE			SUELO	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo		AGUA	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escorrentamiento	VEGETACIÓN	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	FAUNA	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia		Modificación de hábitat	Paisaje	SOCIOECONOMICOS		Empleo	Economía
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro					Contaminación de Suelo	Estructura del suelo													Contaminación de Suelo	Estructura del suelo			Diversidad y Abundancia	Diversidad y Abundancia		
		Magnitud	9	1	1	1					1	1		4											1	1	4		4	4		
		Recuperabilidad	3	1	1	1						1	1		1											1	1	1		1	1	
			33	9	9	9						9	9		23											9	9	15		17	16	
	Mantenimiento de las Instalaciones	Signo			(-)	(-)						(-)	(-)																		(+)	(+)
		Inmediatez	3	1	1							1	1																	1	1	
		Periodicidad	3	1	1							1	1																	1	1	
		Momento	3	1	1							1	1																	1	1	
		Acumulación	3	1	1							1	1																	1	1	
		Sinergia	3	1	1							1	1																	2	2	
		Reversibilidad	3	1	1							1	1																	1	1	
		Persistencia	3	1	1							1	1																	1	1	
		Magnitud	9	1	1							1	1																	1	1	
		Recuperabilidad	3	1	1							1	1																	1	1	
			33	9	9						9	9																		10	10	
	Cierre	Limpieza del sitio	Signo	(-/+)	(-)																											
Inmediatez			3	1																									1	1		
Periodicidad			3	1																									3	1	1	
Momento			3	2																									3	1	1	



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE				SUELO				AGUA				VEGETACIÓN				FAUNA				SOCIOECONOMICOS	
				Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	Empleo	Economía
		Acumulación	3	3																1		1	1		
		Sinergia	3	2																2		1	1		
		Reversibilidad	3	1																3		3	3		
		Persistencia	3	1																1		1	1		
		Magnitud	9	1																1		1	1		
		Recuperabilidad	3	2																2		3	3		
			33	14															17		13	13			
	Reconformación	Signo	(-/+)					(+)			(+)			(+)	(+)	(+)	(+)			(+)	(+)	-	-		
		Inmediatez	3					3			3			3	3	3	3			3	3	1	1		
		Periodicidad	3					3			3			3	3	3	3			3	3	1	1		
		Momento	3					2			2			2	2	2	2			2	2	1	1		
		Acumulación	3					3			3			3	3	3	3			3	3	1	1		
		Sinergia	3					2			2			2	2	2	2			2	2	1	1		
		Reversibilidad	3					1			1			1	1	1	1			1	1	3	3		
		Persistencia	3					1			1			1	1	1	1			1	1	1	1		
		Magnitud	9					1			1			1	1	1	1			1	1	1	1		
		Recuperabilidad	3					1			1			1	1	1	1			1	1	3	3		
			33				17			17			17	17	17	17			17	17	13	13			



Etapa	Acción del Proyecto	Atributos	Valor de los Atributos	AIRE	Calidad del aire	Visibilidad	Confort sonoro	SUELO	Pérdida de suelo	Residuos	Disposición de material vegetal	Contaminación de Suelo	Estructura del suelo	AGUA	Calidad	Construcción de presas filtrantes	Drenaje natural	Infiltración	Escurrimiento	VEGETACIÓN	Remoción de vegetación	Cubierta vegetal	Diversidad y abundancia	FAUNA	Desplazamiento de fauna	Diversidad y Abundancia	Modificación de hábitat	Paisaje	SOCIOECONOMICOS	Empleo	Economía
Reforestación	Signo		(-/+)		(+)		(+)		(+)				(+)		(+)		(+)	(+)	(+)			(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)		(-)	(-)
	Inmediatez	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Periodicidad	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Momento	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Acumulación	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Sinergia	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Reversibilidad	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Persistencia	3		3		3		3					3		3		3	3	3			3	3		3	3	3	3		1	1
	Magnitud	9		4		4		4					4		4		4	4	4			4	4		4	4	4	4		1	1
	Recuperabilidad	3		2		2		2					2		2		2	2	2			2	2		2	2	2	2		1	1
				33		27		27		27			27		27		27	27	27			27	27		27	27	27	27		9	9





Los impactos significativos se evalúan por medio de una matriz matemática la cual indica la significancia del impacto, valorándolos en bajos, moderados, altos y muy altos.

**Tabla V. 11.** Matriz matemática

Etapa	Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	ME Dij	SA Cij	Iij	Gij	Nivel de Impacto	
Preparación del sitio	Ahuyentamiento de fauna	Desplazamiento de fauna	6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada	
	Rescate de flora	Diversidad y abundancia	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	
	Desmante y despalme	Pérdida de suelo		4	4	4	3	3	3	6	0.4	0.3	0.6	0.2	Bajo
		Estructura de suelo		4	4	4	3	3	3	6	0.4	0.3	0.6	0.2	Bajo
		Calidad de agua		4	4	4	3	3	3	6	0.4	0.3	0.6	0.2	Bajo
		Drenaje natural		4	4	4	3	3	3	6	0.4	0.3	0.6	0.2	Bajo
		Infiltración		5	5	5	4	4	4	6	0.6	0.4	0.7	0.2	Bajo
		Escurrimiento		5	5	5	4	4	4	6	0.6	0.4	0.7	0.2	Bajo
		Remoción de vegetación		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
		Cubierta vegetal		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
		Diversidad y abundancia		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
		Desplazamiento de fauna		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
		Diversidad y abundancia		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
		Modificación del habitat		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada
	Paisaje		6	5	4	5	5	4	6	0.6	0.5	0.8	0.3	Moderada	
	Obras de conservación de suelo	Perdida de suelo		4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Disposición de material vegetal		4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Infiltración		4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Escurrimiento		4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
Empleo			4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	
Economía			4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	
Construcción	Nivelación y Compactación	Infiltración	5	4	3	3	1	1	0	0.4	0.2	0.5	0.5	Alto	
		Escurrimiento	5	4	3	4	2	1	0	0.4	0.3	0.6	0.6	Alto	
	Construcción	Escurrimiento	5	4	2	3	3	1	3	0.4	0.3	0.5	0.3	Moderado	
		Calidad del Agua	5	7	6	5	4	1	5	0.7	0.4	0.8	0.3	Moderado	

Etapa	Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	ME Dij	SA Cij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
	Reubicación de flora y reforestación	Calidad de aire	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Confort sonoro	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Perdida de suelo	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Estructura de suelo	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Calidad	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Drenaje natural	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Infiltración	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Escurrimiento	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Cubierta vegetal	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Diversidad y abundancia	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Diversidad y abundancia de fauna	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Desplazamiento de fauna	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Modificación del hábitat	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
Paisaje	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto		
Operación	Operación de las instalaciones	Economía	5	4	2	5	4	1	0	0.4	0.4	0.6	0.6	Alto
		Empleo	5	3	2	5	4	1	0	0.4	0.4	0.5	0.5	Alto
Abandono	Reconformación	Modificación del hábitat	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Perdida de suelo	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Estructura de suelo	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Escurrimiento	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Remoción de vegetación	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Cubierta vegetal	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Diversidad y abundancia	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Modificación del hábitat	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
		Paisaje	4	4	4	4	4	4	5	0.4	0.4	0.6	0.3	Moderada
	Reforestación	Calidad de aire	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Confort sonoro	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Perdida de suelo	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Estructura de suelo	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
	Calidad	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	
	Drenaje natural	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	
	Infiltración	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto	



Etapa	Acción (i)	Factor (j)	Mij	Eji	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	ME Dij	SA Cij	Iij	Gij	Nivel de Impacto
		Escurrimiento	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Cubierta vegetal	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Diversidad y abundancia	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Diversidad y abundancia de fauna	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Desplazamiento de fauna	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Modificación del hábitat	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto
		Paisaje	4	4	6	6	4	1	0	0.5	0.4	0.7	0.7	Alto

## Descripción de Impactos Significativos

### Preparación del Sitio

#### Ahuyentamiento

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Ahuyentamiento	Fauna	Desplazamiento de fauna	0.25	Moderado

Esta acción se considera como un impacto moderado y positivo. Esto debido a que previo al desmonte se hará la debida reubicación de especies de lento desplazamiento, así como los nidos, y el ahuyentamiento de especies de fauna que se pudiera encontrar en el área del proyecto. Esto porque en los muestreos se encontraron avistamientos de tortugas, lagartijas, serpientes, víboras, ratas de campo, camaleones, etc. La acción evitará un impacto negativo en fauna.

#### Rescate de Flora

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Rescate de flora	Flora	Diversidad y abundancia	0.68	Alto



Esta acción se tienen impactos positivos altos debido a que contribuirá a rescatar especies de flora sean estos cactáceas de lento crecimiento contribuyendo así a la conservación de especies que se encuentran en protección y que se encontraron en el área del proyecto.

### Desmante y despálme

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante y despálme	Suelo	Perdida de suelo	0.19	Bajo
		Suelo	Estructura de suelo	0.19	Bajo

#### *Perdida de suelo y Estructura del Suelo*

Estos impactos se clasifican como bajos. El suelo perderá su cubierta vegetal, provocando así la pérdida de suelo fértil y favoreciendo la erosión. Esto provocará que la restauración del sitio de manera natural sea casi imposible debido a que el suelo perderá su capacidad de resiliencia perdiendo sus nutrientes esenciales. Sin embargo, se considera impacto bajo debido a que se implementarán medidas de mitigación que disminuyan dicho impacto. Como el almacenamiento de suelo fértil. Cabe señalar que esto solo aplica dentro de la fase de preparación del sitio con el desmante y el despálme, pues dentro de las demás fases del proyecto los impactos del suelo serán más altos.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante y despálme	Agua	Calidad	0.19	Bajo
		Agua	Drenaje Natural	0.19	Bajo
		Agua	Infiltración	0.24	Bajo
		Agua	Escurrimiento	0.24	Bajo

#### *Calidad y Drenaje Natural, Escurrimiento, Infiltración*

Estos subfactores se verán afectados en el sentido de que, al no haber una capa de cubierta vegetal, el escurrimiento aumentará y la infiltración y captación del agua disminuirá. Esto provocará que los arroyos lleven a su paso más azolve, contaminando las aguas de la cuenca baja. Sin embargo, ese impacto se toma como bajo, puesto que se establecerán bordos a curvas de nivel y presas filtrantes, ayudando así a la disminución de la erosión.



Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante y despalme	Flora	Cubierta vegetal	0.25	Moderado
		Flora	Remoción de vegetación	0.25	Moderado
		Flora	Diversidad y abundancia	0.25	Moderado

***Cubierta vegetal, remoción de vegetación y diversidad y abundancia***

Este factor ambiental se verá afectado debido a que las acciones de desmante y despalme se enfocan sobre todo al derribo de vegetación arbórea y al deshierbe, eliminando de manera casi inmediata la cubierta vegetal, remoción de vegetación y la diversidad y abundancia. Y cómo se perderá el suelo fértil y el proyecto estará en constante operación, la vegetación no podrá regenerarse a mediano plazo. Sin embargo, se considera un impacto moderado, ya que se realizará el almacenamiento de suelo fértil para al momento de la etapa de abandono el proyecto quede en las mejores condiciones, ya que se planea una reforestación con vegetación nativa al finalizar la vida útil del proyecto.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante y despalme	<b>Fauna</b>	Diversidad y abundancia	<b>0.25</b>	<b>Moderado</b>
		Fauna	Modificación del hábitat	<b>0.25</b>	<b>Moderado</b>
		Fauna	Desplazamiento de fauna	<b>0.25</b>	<b>Moderado</b>

***Diversidad y abundancia, Desplazamiento de fauna y Modificación del hábitat***

En primer lugar, se deberá realizar un rescate y ahuyentamiento de la fauna existente en el área de desmante, logrando así el desplazamiento de la fauna. Además, al existir el ruido de la maquinaria y los trabajadores, las especies de rápido desplazamiento no se acercarán más al lugar. De igual manera las especies de lento desplazamiento podrían verse afectadas. En cuanto a la modificación del hábitat cabe señalar que mientras el proyecto se encuentre funcionando, el sitio es inhabitable para la fauna.



Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Preparación del sitio</b>	Desmonte y despalme	<b>Paisaje</b>	Modificación del Paisaje	<b>0.25</b>	<b>Moderado</b>

### *Paisaje*

El paisaje se verá afectado debido a que se perderá su valor paisajístico en las zonas donde se realizará el cambio de uso de suelo.

### Obras de conservación de suelos

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Preparación del sitio</b>	Obras de conservación de suelo	<b>Agua y suelo</b>	Pérdida de suelo	<b>0.68</b>	<b>Alto</b>
			Disposición de material vegetal	<b>0.68</b>	<b>Alto</b>
			Infiltración	<b>0.68</b>	<b>Alto</b>
			Escurrimiento	<b>0.68</b>	<b>Alto</b>

Dentro de la acción de desmonte y despalme en el factor agua se optará por colocar acomodos de material vegetal estos son utilizados para retener azolves, favorecer la infiltración de agua y favorecer la regeneración natural, por tanto, el impacto se considera alto y positivo.

### Nivelación y compactación

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Construcción</b>	Nivelación y compactación	Agua	Infiltración	0.52	Alto

El impacto se encuentra principalmente representado por la reducción de la superficie con capacidad de infiltrar agua pluvial. La importancia del impacto se considera de significancia alta durante la construcción. Es de significancia alta porque una vez que el suelo este compactado la infiltración será casi nula. Sin embargo, es un impacto puntual y sin alteración al entorno regional de infiltración y recarga.



### Nivelación y compactación, Construcción

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Construcción</b>	Nivelación y compactación	Agua	Escurrimiento	0.55	Alto
<b>Construcción</b>	Construcción	Agua	Escurrimiento	0.34	Moderado

Aumento en la velocidad de los escurrimientos; durante la nivelación y compactación es de significancia alta debido a que una vez compactado el suelo el agua no podrá infiltrarse fácilmente y la velocidad de los escurrimientos aumentará significativamente puesto que no habrá ni cubierta vegetal o suelo que pueda formar surcos para detener su velocidad; durante la construcción se considera de significancia moderada debido a que una vez construidas las obras estas contarán con desvíos de agua adecuados para incorporar los escurrimientos a los cauces existentes.

### Operación

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Operación</b>	Operación	Agua	Calidad	0.34	Moderado

El impacto a la calidad del agua se considera moderado debido a que existe una alta posibilidad de que ocurra la generación de drenaje ácido, la cual es originada por la oxidación de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y agua, lo cual da por resultado la producción de acidez, sulfatos y la disolución de metales, situación que se puede presentar por la exposición del material en tepetatera.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Operación</b>	<b>Operación</b>	<b>Socioeconómico</b>	<b>Empleo</b>	<b>0.54</b>	<b>Alto</b>

La realización de estas obras requerirá de mano de obra calificada y no calificada de forma temporal. Entre los impactos positivos de esta obra está la generación de empleos; éste será de significancia alta durante la operación, ya que la falta de empleos es uno de los problemas sociales más fuertes en la zona.

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Operación</b>	Operación	Socioeconómico	Economía	0.57	Alto



La población contratada por el proyecto incrementará sus ingresos económicos, en mejora de su capacidad adquisitiva y demanda de productos locales. En este sentido, la economía interna de las localidades cercanas presentará la consolidación del mismo.

## Cierre

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
<b>Abandono</b>	Reconformación	Fauna	Modificación del hábitat	0.28	Moderada
		Suelo	Pérdida de suelo	0.28	Moderada
		Suelo	Estructura de suelo	0.28	Moderada
		Suelo	Escurrecimiento	0.28	Moderada
		Flora	Remoción de vegetación	0.28	Moderada
		Flora	Cubierta vegetal	0.28	Moderada
		Fauna	Diversidad y abundancia	0.28	Moderada
		Fauna	Modificación del hábitat	0.28	Moderada
		Paisaje	Paisaje	0.28	Moderada

## Reconformación

Esta etapa consiste en suavizar las pendientes, conservando la topografía de los alrededores. Después los camiones trasladan suelo orgánico, mismo que fue previamente almacenado al momento del desmonte. Después se extiende el suelo con un espesor de 30





centímetros a más. Esta acción impactará positivamente en el área del proyecto, puesto que se buscará dejar el sitio en las mejores condiciones posibles.

### **Reforestación**

<b>Etapa</b>	<b>Acción</b>	<b>Factor</b>	<b>Subfactor</b>	<b>Valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Abandono</b>	Restauración	Aire	Calidad de aire	0.68	Alto
		Aire	Confort sonoro	0.68	Alto
		Suelo	Perdida de suelo	0.68	Alto
		Suelo	Estructura de suelo	0.68	Alto
		Agua	Calidad de agua	0.68	Alto
		Agua	Drenaje natural	0.68	Alto
		Agua	Infiltración	0.68	Alto
		Agua	Escurrimiento	0.68	Alto
		Flora	Cubierta vegetal	0.68	Alto
		Flora	Diversidad y abundancia	0.68	Alto
		Fauna	Diversidad y abundancia fauna	0.68	Alto
		Fauna	Modificación del hábitad	0.68	Alto



Paisaje	Modificación del paisaje	0.68	Alto
---------	--------------------------	------	------

Esos impactos se consideran altos puesto que al momento de hacer la restauración del área del proyecto comenzará a restaurarse por medio de la colocación de suelo fértil y la reforestación del área con especies nativas de la región. Impulsando la reversibilidad de los impactos ambientales producidos por todas las acciones y etapas del proyecto Tajo Veta Madre Fase 1.

Después de realizar las matrices correspondientes para conocer los impactos potenciales por el desmonte para establecimiento del proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1", se concluye que los factores donde más pudieran existir impactos negativos es en aire, suelo, agua y flora. Y la etapa del proyecto con mayor incidencia en el ambiente será el desmonte.



## Capítulo VI

<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>4</b>
<b>VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación. ....</b>	<b>4</b>
VI.1.1 Medida preventiva.....	4
VI.1.2 Medida de mitigación.....	4
VI.1.3 Medida de compensación. ....	4
<b>VI.2. Descripción de las medidas o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....</b>	<b>4</b>
VI.2.1. Suelo.....	4
VI.2.2 Agua.....	11
VI.2.3 Vegetación.....	24
VI.2.4 Fauna.....	37
VI.2.5 Paisaje.....	38
<b>VI.3 Resumen de medidas .....</b>	<b>39</b>
<b>RESUMEN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y LA FAUNA SILVESTRE .....</b>	<b>40</b>

## Índice de Figuras

Figura VI. 1. Aplicación del teorema de Pitágoras .....	17
Figura VI. 2. Acumulación de especies estrato arbóreo.....	26
Figura VI. 3. Acumulación de especies estrato arbustivo.....	26
Figura VI. 4. Acumulación de especies de estrato cactáceo .....	27
Figura VI. 5. Acumulación de especies del estrato herbáceo .....	28
Figura VI. 6. Índices para estrato arbóreo.....	29
Figura VI. 7. Índices de estrato arbustivo .....	30
Figura VI. 8. Índices de estrato herbáceo .....	31
Figura VI. 9. Índices de estrato cactáceo .....	32
Figura VI. 10. Acomodo de fundas rellenas (polímero biodegradable) de material orgánico a curvas de nivel.....	48
Figura VI. 11. Presas Filtrantes .....	73
Figura VI. 12. Reforestación.....	74

## Índice de Tablas

Tabla VI. 1. Impactos sobre factor suelo .....	5
Tabla VI. 2. Pérdida de suelo para el área de proyecto en condiciones actuales (erosión hídrica).....	7
Tabla VI. 3. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto después del desarrollo del proyecto (acción hídrica) .....	8
Tabla VI. 4. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto antes del desarrollo del proyecto (acción eólica) .....	8
Tabla VI. 5. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto después del desarrollo del proyecto (acción eólica).....	9
Tabla VI. 6. Resumen de captación de suelo por tipo de medida de mitigación .....	10
Tabla VI. 7. Impactos sobre factor agua .....	11
Tabla VI. 8. Impactos sobre factor agua .....	11
Tabla VI. 9. Resultados de Balance Hídrico.....	15
Tabla VI. 10. Cálculo de área y volumen de presas filtrantes .....	17
Tabla VI. 11. Resumen de área calculada y volumen de presas filtrantes .....	21
Tabla VI. 12. Resumen del cálculo de retención de agua de presas filtrantes .....	22
Tabla VI. 13. Resumen del cálculo de retención de agua de acomodos a curvas de nivel ...	22
Tabla VI. 14. Valores de precipitación y superficie de reforestación .....	23
Tabla VI. 15. Balance hídrico del área de reforestación antes de ejecutada .....	23
Tabla VI. 16. Balance hídrico del área de reforestación después de ejecutada.....	24
Tabla VI. 17. Impactos factor flora .....	24
Tabla VI. 18. Superficie de vegetación en el área de afectación.....	24
Tabla VI. 19. Índices para estrato arbóreo .....	28
Tabla VI. 20. Índices de estrato arbustivo .....	29
Tabla VI. 21. Índices de diversidad estrato herbáceo.....	30
Tabla VI. 22. Índices de diversidad del estrato cactáceo .....	31
Tabla VI. 23. Impactos sobre factor flora.....	33
Tabla VI. 24. Especies a rescatar .....	35
Tabla VI. 25. Impactos factor paisaje .....	38
Tabla VI. 26. Resumen de medidas de mitigación para el factor agua.....	40
Tabla VI. 27. Resumen de medidas de mitigación factor suelo .....	41
Tabla VI. 28. Resumen de medidas de mitigación del factor flora.....	42
Tabla VI. 29. Resumen de medidas de mitigación de factor fauna .....	43
Tabla VI. 30. Resumen de medidas de mitigación de factor aire .....	44



Tabla VI. 31. Coordenadas de acordonamiento a curvas a nivel de polímero biodegradable .....	48
Tabla VI. 32. Coordenadas de presas filtrantes.....	69
Tabla VI. 33. Coordenadas de vértices de polígono de reforestación.....	73



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

En este apartado se presentan las medidas encaminadas a prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados significativos y negativos en el capítulo precedente, describiéndose estas por actividad y factor ambiental involucrado, de igual manera se presentan las medidas generales de aplicación para aquellos impactos que no resultaron significativos.

### **VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación.**

#### **VI.1.1 Medida preventiva**

Una medida preventiva es aquella que se realiza para que algo negativo no ocurra.

#### **VI.1.2 Medida de mitigación**

Una medida de mitigación es aquella que aligera la carga ambiental al ecosistema, pero no la evita.

#### **VI.1.3 Medida de compensación.**

Una medida de compensación es aquella que compensa un impacto.

### **VI.2. Descripción de las medidas o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental**

Es importante mencionar que el desmonte, para el establecimiento de las obras propias de las que se desprende este estudio y que se comprende por las obras de camino vecinal, camino de acarreo, línea eléctrica, tajo, taller y tepetatera, se llevara a cabo en una superficie de 96.859073 ha.

#### **VI.2.1. Suelo**

##### **VI.2.1.1 Suelo**

Los impactos relativos al suelo son bajos, según la matriz aplicada en el capítulo anterior. A continuación, se presenta la descripción de los mismos por etapa del proyecto.



## Preparación del Sitio

### Desmante y despálme

Tabla VI. 1. Impactos sobre factor suelo

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante y despálme	Suelo	Perdida de suelo	0.19	Bajo
		Suelo	Estructura de suelo	0.19	Bajo

#### *Perdida de suelo y Estructura del Suelo*

Estos impactos se clasifican como bajos. El suelo perderá su cubierta vegetal, provocando así la pérdida de suelo fértil y favoreciendo la erosión. Esto provocará que la restauración del sitio de manera natural sea casi imposible debido a que el suelo perderá su capacidad de resiliencia perdiendo sus nutrientes esenciales. Sin embargo, se considera impacto bajo debido a que se implementarán medidas de mitigación que disminuyan dicho impacto. Como el almacenamiento de suelo fértil. Cabe señalar que esto solo aplica dentro de la fase de preparación del sitio con el desmante y el despálme, pues dentro de las demás fases del proyecto los impactos del suelo serán más altos.

#### *Medidas preventivas.*

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto.
- Se evitará en lo posible derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierbe, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen el suelo del área del proyecto, así como el suelo de las zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos estratégicamente a través del área del proyecto



- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar el suelo.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que los cortes y remoción de suelo, se prolonguen hacia áreas no solicitadas.
- Se realizarán las actividades de desmonte fuera de la época de lluvias, reduciendo el riesgo de erosión hídrica derivado de la disminución de cobertura vegetal.

#### ***Medidas de mitigación.***

- El desmonte del área se realizará conforme al avance de las actividades de construcción y por ningún motivo de manera inmediata, a fin de mantener protegido el suelo.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados. De igual manera durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.
- El suelo fértil que será removido durante el desmonte, deberá ser almacenado en un lugar adecuado, para posteriormente ser utilizado en las actividades de restauración.
- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos.





- En caso de que se presente la contaminación del suelo por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación del suelo.

### **Medidas de compensación.**

Se realizará la construcción de acomodo de polímero biodegradable o a curvas de nivel, en superficies aledañas al área del proyecto, que presentan pendientes ligeras. En total se acordonarán 4,972.02 metros lineales. Esta medida contribuirá a disminuir los escurrimientos superficiales, propiciar la infiltración y reducir la pérdida del suelo que potencialmente se presentará al realizar el desmonte.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos realizados para estimar la pérdida de suelo ton/año que se generarán por motivo de la implementación del proyecto y la cantidad de agua que se infiltrará por las medidas de mitigación propuestas, dichos cálculos se presentan en el capítulo IV del presente documento y el desarrollo de los mismos se adjunta en anexo 8 en formato digital, anexo también al presente documento.

Tabla VI. 2. Pérdida de suelo para el área de proyecto en condiciones actuales (erosión hídrica)

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones <b>ACTUALES</b> para el área del <b>PROYECTO</b>							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL SUBTROPICAL PROYECTO	96.859073	2506.18 695	0.0300	1.3340	0.120	12.036	1,165.768
<b>Total</b>	96.859073					12.036	1,165.768

Como se puede observar en la tabla VI.2, la pérdida de suelo para antes del desarrollo del proyecto es de 1,165.768 ton/año, esto por acción de la erosión hídrica presente en el área donde se pretende desarrollar el proyecto.



Tabla VI. 3. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto después del desarrollo del proyecto (acción hídrica)

Cálculo de pérdida de suelo en condiciones <b>DESPUES</b> para el área del <b>PROYECTO</b>							
Uso de suelo y vegetación	AREA	Factor R	Factor K	LS	Factor C en condiciones actuales	Pérdida de suelo en Ton/ha/año	Pérdida de suelo Ton/año
MATORRAL SUBTROPICAL PROYECTO	96.859073	2506.18695	0.0300	1.3340	1.000	100.298	9,714.733
<b>Total</b>	96.859073					100.298	9,714.733

Como se observa en la tabla VI.3, la pérdida de suelo por acción hídrica una vez que sea desarrollado el proyecto para el cual se solicita la autorización, es de 9,714.733 ton/año, teniendo un incremento de 8,548.9648 ton/año.

Para obtener el total de la perdida de suelo por la implementación del proyecto es necesario estimar también la perdida de suelo que se tiene por la acción del viento.

Para ello es necesario estimar el incremento de suelo que se pierde tomando en cuenta el escenario antes y después de la implementación del proyecto.

Tabla VI. 4. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto antes del desarrollo del proyecto (acción eólica)

EROSION EOLICA EN <b>PROYECTO</b> EN CONDICION <b>ACTUAL</b>								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL <b>PROYECTO</b>	45.54637	125.93668	0.3	0.15	5.67	91.948119	521.083841	Sin Erosión
LEPTOSOL <b>PROYECTO</b>	45.54637	125.93668	0.3	0.15	5.67	4.9109536	27.8311142	Sin Erosión
					<b>5.67</b>	<b>96.859073</b>	<b>548.9150</b>	

Como se observa en la tabla VI.4, la pérdida de suelo por la acción del viento en condición actual es de 548.9150 ton/año.



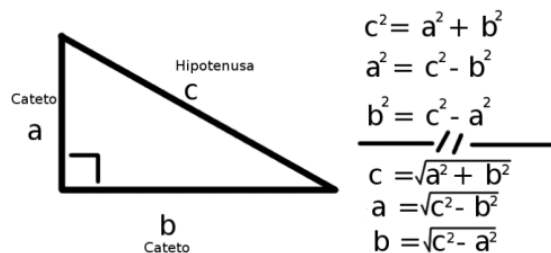
Tabla VI. 5. Cálculo de pérdida de suelo para el área de proyecto después del desarrollo del proyecto (acción eólica)

EROSION EOLICA EN PROYECTO EN CONDICION DESPUES								
TIPO DE SUELO	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Superficie (ha)	Ton/año	VALORES DE EROSION
REGOSOL PROYECTO	45.54637	125.9366	0.3	1	37.78	91.948119	3473.892279	Erosión Baja
LEPTOSOL PROYECTO	45.54637	125.9366	0.3	1	37.78	4.91095369	185.5407619	Erosión Baja
					37.78	96.859073	3,659.4331	

Como se observa en la tabla VI.5, la pérdida de suelo por la acción del viento una vez que se ha implementado el proyecto aumenta a 3,659.4331 ton/año, esto quiere decir que por la implementación de proyecto el aumento del suelo que se pierde es de 3,110.5181 ton/año.

Como total de suelo que se pierde por la implementación del proyecto tanto por la acción hídrica como la eólica una vez que sea implementado el proyecto es de 11,659.4829 ton/año, mismo que será compensado con la implementación de las medidas propuestas para este fin.

A continuación, se explica el procedimiento para obtener la capacidad de retención en el tiempo de vida de las obras de conservación: Para determinar el volumen de retención de suelo de cada una de las prácticas propuestas se calcula empleando el Teorema de Pitágoras, según la cantidad de cada una, así como de las dimensiones. A continuación, se describe el procedimiento para la obtención de dichos volúmenes.



### Acomodo de polímero biodegradable en polígono

Para calcular el volumen de retención se empleó una fórmula trigonométrica basada en el Teorema de Pitágoras. Se propone la colocación de polímero biodegradable a curvas de nivel de hasta 0.3 m de altura en 4,972.02 m de líneas en curvas a nivel separadas a 20 m de desnivel y se estima que los sitios donde se colocaron tiene una pendiente media de 2.739°.



$$A = 2.739^\circ \quad B = 90^\circ - A = 87.261^\circ \quad C = 90^\circ$$

$$c = \frac{a}{\text{Sen } A} = \frac{0.3}{\text{Sen } (2.739^\circ)} = 6.2779$$

$$b = \sqrt{(c)^2 - (a)^2} = \sqrt{(6.2779)^2 - (0.3)^2}$$

$$b = 6.2707$$

Entonces:

Para la obtención del área se toma  $b = 6.2707$  como base y  $a = 0.3$  como altura, si la fórmula del área del triángulo es  $(\text{base} * \text{altura}) / 2$ , entonces  $0.9406$  es el área del triángulo en metros cuadrados, en un total de  $4,972.02$  m de líneas de acomodo.

$$(0.9406 \text{ m}^2) * (4,972.02 \text{ m}) = 4,676.7596 \text{ m}^3$$

Dando como resultado un total de  $4,676.7596 \text{ m}^3$ , si se considera que un metro cubico de suelo pesa  $1.5$  ton debido a que la densidad del suelo donde se ubican los polígonos donde se ubicarán los acomodos es de  $1.5 \text{ g/cm}^3$ , la capacidad de retención es de  $7,015.139508$  ton.

Usando la misma metodología del teorema de Pitágoras se calcula el volumen que retienen las presas a instalarse, en este caso se instalarán  $132$ , mismas que retendrán en total  $3,942.1553$  ton/año.

Por último se estimó la retención de suelo que se generará por la reforestación propuesta como medida de retención de suelo y agua, esta se realizará en una superficie de  $13.165375$  hectáreas y retendrá  $712.6747$  ton/año.

En total se retendrán  $11,669.9695$  ton/año de suelo de las  $11,659.4829$  que se pierden por la implementación de proyecto.

Tabla VI. 6. Resumen de captación de suelo por tipo de medida de mitigación

Suelo (ton/año)	
Reforestación	712.6747
Presas filtrantes	3,942.1553



Suelo (ton/año)	
Acomodos a curvas de nivel a 20m	7,015.13951
Total	11,669.9695
Pérdida de suelo	11,659.4829
DIFERENCIA	10.4866

Se anexan cálculos en formato digital en anexo 8.

### VI.2.2 Agua.

Los impactos ambientales relativos al agua son de impacto de significancia baja de acuerdo a la etapa del proyecto, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

#### Preparación del sitio

Tabla VI. 7. Impactos sobre factor agua

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmonte y despalde	Agua	Calidad	0.19	Bajo
		Agua	Drenaje Natural	0.19	Bajo
		Agua	Infiltración	0.24	Bajo
		Agua	Esgurrimiento	0.24	Bajo

#### *Calidad y Drenaje Natural, Esgurrimiento, Infiltración*

Estos subfactores se verán afectados en el sentido de que, al no haber una capa de cubierta vegetal, el esgurrimiento aumentará y la infiltración y captación del agua disminuirá. Esto provocará que los arroyos lleven a su paso más azolve, contaminando las aguas de la cuenca baja. Sin embargo, ese impacto se toma como bajo, puesto que se establecerán bordos a curvas de nivel y presas filtrantes, ayudando así a la disminución de la erosión.

#### Construcción

Tabla VI. 8. Impactos sobre factor agua

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Construcción	Nivelación y compactación	Agua	Infiltración	0.52	Alto



El impacto se encuentra principalmente representado por la reducción de la superficie con capacidad de infiltrar agua pluvial. La importancia del impacto se considera de significancia alta durante la construcción. Es de significancia alta porque una vez que el suelo este compactado la infiltración será casi nula. Sin embargo, es un impacto puntual y sin alteración al entorno regional de infiltración y recarga.

### ***Medidas preventivas.***

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto, evitando ampliar el área de desmonte, lo que por ende incrementaría los escurrimientos superficiales.
- Se evitará en lo posible no derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, mismos que pudieran contaminar los cuerpos de agua superficiales o subterráneos, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierbe, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen los cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto, así como en zonas aledañas cubiertas por vegetación forestal.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos a través del área del proyecto.
- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar los cuerpos de agua.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que los cortes y remoción de suelo, se prolonguen hacia áreas no solicitadas, evitando así, que los impactos sobre el agua sean aun mayores.

### ***Medidas de mitigación.***

- El desmonte del área se realizará conforme al avance de las actividades de construcción y por ningún motivo de manera inmediata, a fin de mantener protegido el suelo y evitar incrementar el escurrimiento superficial y reducir la infiltración, lo que propiciaría el deterioro de la calidad y cantidad del agua.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados. De igual manera durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.
- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos, evitando así que se contaminen los mantos freáticos o algún cauce superficial.
- En caso de que se presente la contaminación del suelo y algún cauce superficial por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación del agua.
- Se prohíbe verter cualquier tipo de desecho sólido, líquido o aguas residuales a cuerpos de agua cercanos al área del proyecto.
- Se llevará a cabo la implementación de pláticas y talleres al personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de concientizarlos con relación al uso adecuado del agua y evitar contaminar cauces superficiales. Esta medida se aplicará mediante la brigada de supervisión competente.



- No se usará en ningún momento el agua de los cauces aledaños al área del proyecto, para las actividades relativas al mismo.
- Se evitará amontonar suelo o material vegetal sobre drenajes naturales.
- No se obstaculizarán drenajes durante las maniobras o procesos de construcción y operación.
- No se deberá rodar o transitar maquinaria por cauces o drenajes.
- No se lavarán vehículos o maquinaria sobre arroyos o cauces naturales.
- No se derramará basura, aceites o desechos en los cauces, debiendo utilizar los contenedores en los lugares destinados para el caso.
- Se integrará el área del proyecto al programa de monitoreo de aguas subterráneas y superficiales que desarrolla la unidad minera actualmente.

#### ***Medidas de compensación.***

- Se realizará la construcción de 4,972.02 metros lineales de acomodo de polímero biodegradable a curvas de nivel, en áreas aledañas, utilizando los desperdicios; puntas y ramas, producto del desmonte. Esta medida reducirá la velocidad de los escurrimientos superficiales y propiciará la infiltración, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento y mejora de la calidad del agua.
- Se realizará la construcción de 132 presas filtrantes, ubicadas en escurrimientos aledaños, que presentan las características idóneas para su establecimiento. Esta medida contribuirá a reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, retener suelo y evitar azolves aguas abajo, lo que constituye una medida de mitigación directa sobre el suelo y calidad del agua.
- Se realizará la construcción de las obras de drenaje más adecuadas, para asegurarse de que, al realizar el desmonte y la construcción de obras mencionadas, no se vea interrumpido el cauce de los escurrimientos que inciden en los polígonos solicitados.





- Se realizará una reforestación en 13.165375 hectáreas de un polígono aledaño al proyecto, esto contribuirá a retener suelo y agua.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos realizados para estimar la reducción de la infiltración que se generará por motivo de la implementación del proyecto y la cantidad de agua que se infiltrará por las medidas de mitigación propuestas, el desarrollo de los mismos se adjunta en anexo 8 en formato digital, anexo también al presente documento.

Tabla VI. 9. Resultados de Balance Hídrico

<b>Balance hídrico del área del PROYECTO</b>				
	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Escurrimiento Q</b>	<b>Evapotranspiración ETP</b>	<b>Infiltración F</b>
Actual	345	19.71	312.8	12.49
Después de PROYECTO	345	34.48	312.8	-2.28

A nivel proyecto se deja de infiltrar 14,318.9189 m<sup>3</sup> que representan un decremento de 4.29% del agua proveniente de la precipitación.

Para calcular la infiltración se consideró la capacidad de infiltración de las presas filtrantes y del acomodo de polímero biodegradable.

Se revisó la literatura en la cual indica lo siguiente:

La duración del exceso de lluvia puede asumirse como el tiempo de duración de la tormenta y el tiempo de concentración que son los minutos que tarda el escurrimiento para moverse de la parte más alta de la cuenca o área de drenaje a la salida; este tiempo se puede estimar de acuerdo con la ecuación.

$$T_c = 0.02 \frac{L^{1.15}}{H^{0.38}}$$



Donde:

TC = Tiempo de concentración (minutos).

L = Longitud de la corriente principal 15,620.04 (m).

H = Diferencia en elevación entre el sitio más alejado de la cuenca y la salida 362 (m).

El tiempo de concentración para la microcuenca es de 141.72784 minutos.

### **Cuadro 6. Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos**

<b>Textura del suelo</b>	<b>Tasa de Infiltración (mm/h)</b>
Arenosa	50
Franco - Arenosa	25
Franca	12
Franco - Arcillosa	7

Fuente: Critchley y Siegert, 1996.

#### ***Presas filtrantes***

Si el tiempo de concentración es de 141.72784 minutos (2.3621 horas), la textura del suelo donde se llevará a cabo la construcción de los acomodados de polímero, reforestación y presas filtrantes es franco - arenosa.

Por evento pluvial a una tasa de infiltración de 25mm/h o 0.025m/h durante 2.3621 h entonces, se infiltraría lo siguiente:

$$\text{Infiltración} = 0.025\text{m/h} * 2.3621 \text{ h} = 0.059 \text{ m}$$

Luego se estima el área donde se infiltrará el agua, esta área está en función de la pendiente donde se localice la presa filtrante, la pendiente definirá el valor del cateto "b" de la construcción de la presa.



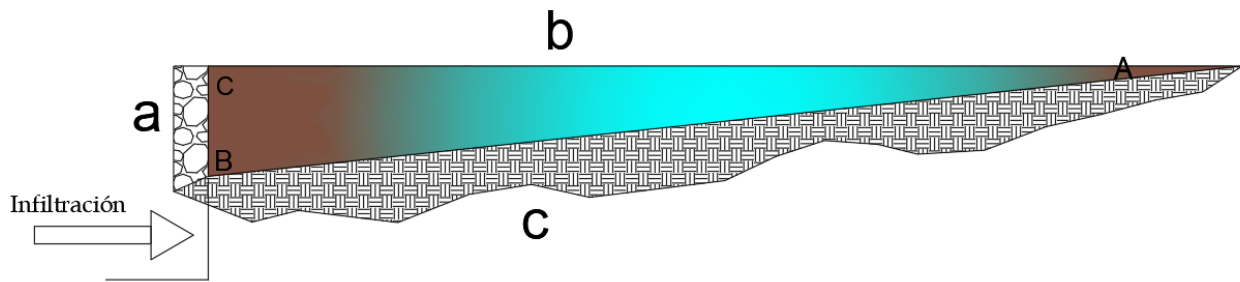


Figura VI. 1. Aplicación del teorema de Pitágoras

El área donde se va a infiltrar, varía dependiendo de la pendiente que tiene el sitio donde se construya la presa filtrante. En esta estimación de retención de agua por la instalación de las presas filtrantes existen pendientes de 1°, 2° y 3°.

El área se estima tomando el valor de lo que se va a infiltrar calculado, en este caso es el valor de 0.059 m, multiplicado por el valor del cateto b como ya se ha mencionado, a continuación se presenta la tabla donde se muestra el valor del cateto b de cada una de las presas filtrantes a instalar.

Tabla VI. 10. Cálculo de área y volumen de presas filtrantes

Id	Pendiente (A°)	B°	C°	a (m)	b (m)	c (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen Agua (m <sup>3</sup> )
1	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
2	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
3	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
4	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
5	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
6	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
7	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
8	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
9	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
10	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
11	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
12	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
13	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
14	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374

<b>Id</b>	<b>Pendiente (A°)</b>	<b>B°</b>	<b>C°</b>	<b>a (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>c (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen Agua (m<sup>3</sup>)</b>
15	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
16	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
17	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
18	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
19	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
20	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
21	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
22	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
23	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
24	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
25	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
26	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
27	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
28	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
29	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
30	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
31	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
32	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
33	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
34	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
35	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
36	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
37	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
38	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
39	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
40	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
41	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
42	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
43	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
44	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
45	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
46	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
47	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
48	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
49	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374



<b>Id</b>	<b>Pendiente (A°)</b>	<b>B°</b>	<b>C°</b>	<b>a (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>c (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen Agua (m<sup>3</sup>)</b>
50	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
51	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
52	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
53	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
54	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
55	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
56	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
57	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
58	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
59	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
60	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
61	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
62	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
63	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
64	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
65	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
66	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
67	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
68	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
69	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
70	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
71	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
72	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
73	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
74	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
75	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
76	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
77	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
78	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
79	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
80	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
81	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
82	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
83	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
84	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374



<b>Id</b>	<b>Pendiente (A°)</b>	<b>B°</b>	<b>C°</b>	<b>a (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>c (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen Agua (m<sup>3</sup>)</b>
85	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
86	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
87	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
88	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
89	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
90	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
91	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
92	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
93	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
94	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
95	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
96	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
97	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
98	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
99	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
100	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
101	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
102	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
103	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
104	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
105	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
106	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
107	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
108	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
109	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
110	3	87	90	0.0591	9.5406	9.5537	0.2821	0.8451
111	2	88	90	0.0591	14.3181	14.3269	0.4230	1.2683
112	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
113	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
114	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
115	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
116	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
117	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
118	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
119	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374

Id	Pendiente (A°)	B°	C°	a (m)	b (m)	c (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen Agua (m <sup>3</sup> )
120	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
121	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
122	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
123	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
124	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
125	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
126	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
127	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
128	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
129	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
130	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
131	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374
132	1	89	90	0.0591	28.6450	28.6493	0.8459	2.5374

Tabla VI. 11. Resumen de área calculada y volumen de presas filtrantes

Pendiente (°)	Cantidad	Área	Volumen (m3)
1	115	0.845918688	291.8419473
2	10	0.423023773	12.69071318
3	7	0.282087456	5.923836576
Total	132		310.4564971

Como se observa en la tabla anterior, se instalarán 115 presas filtrantes con pendiente de 1°, mismas que tienen un área de 0.845918688 m<sup>2</sup> y que en total captarán 291.8419473 m<sup>3</sup> de agua, en segundo lugar se tienen 10 presas filtrantes con pendiente de 2° y con un área de captación de 0.423023773 m<sup>2</sup>, mismas que contribuirán con 12.69071318 m<sup>3</sup> de captación de agua, por último; se tienen 7 presas con pendiente de 3° mismas que contarán con 0.282087456 m<sup>2</sup> y una captación de 5.923836576 m<sup>3</sup>.

En total se construirán 132 presas con características constructivas varias, mismas que captarán 310.4564971 m<sup>3</sup> por evento, según los datos de la estación climatológica de La Colorada No. 00026046, en la zona se registran 32 eventos promedio anuales según datos de 28 años registrados, por lo que al multiplicar lo que se retienen por evento por el total de eventos al año, se tiene que el volumen total retenido de agua por las presas filtrantes es de:

(No. Eventos Pluviales) x (Volumen total por evento)



$$32 \times 310.4564971 \text{ m}^3 = 9,932.6784 \text{ m}^3 / \text{año}$$

Tabla VI. 12. Resumen del cálculo de retención de agua de presas filtrantes

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
TC (MINUTOS)	141.727841	MINUTOS
TC (HORAS)	2.36213068	HORAS
TASA INFILT (mm/h)	25	mm/h
TASA INFILT (m/h)	0.025	m/h
INFILTRACION	0.05905327	m
Vol. retenidos x presas	310.396199	m <sup>3</sup> x evento
Eventos/año	32	eventos
VOL presas AÑO	9,932.67836	m <sup>3</sup> /año

### *Acomodos a curvas de nivel*

La estimación del agua que se capta por la instalación de los acomodos de polímero rellenos de material vegetal a curvas de nivel se obtiene con el mismo método que con el de las presas filtrantes, a continuación se presentan los resultados obtenidos con el método mencionado para los acomodos de material vegetal.

Los acomodos de polímero relleno de material vegetal a curvas de nivel se instalarán en 4,972.02 metros lineales, captando con estos 29,458.98 m<sup>3</sup> de agua que se infiltran en el sistema ambiental para compensar el agua que se deja de infiltrar por la implementación del proyecto.

Tabla VI. 13. Resumen del cálculo de retención de agua de acomodos a curvas de nivel

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
TC (MINUTOS)	141.7278408	MINUTOS
TC (HORAS)	2.362130681	HORAS
TASA INFILT (mm/h)	25	mm/h
TASA INFILT (m/h)	0.025	m/h
INFILTRACION	0.059053267	m
Eventos/año	32	eventos
Vol. retenidos x acomodos	920.5931256	m <sup>3</sup> x evento
VOL ACOMODOS AÑO	29,458.98	m <sup>3</sup> /año





## Reforestación

Se propone la reforestación como medida para captar agua y ayudar a reducir el impacto en este factor, dicha reforestación se llevará a cabo en una superficie de 13.165375 hectáreas, con esto se estima que se retengan 1,698.7283 m<sup>3</sup>/año.

Para la estimación del volumen a captar por la reforestación, se utilizó el método indirecto denominado "Precipitación - Esguerrimiento" descrito en la NOM-011-CONAGUA-2015, para ello se le dio un valor de tipo de uso de suelo a la superficie donde se llevará a cabo la reforestación para antes y después de implementada la reforestación.

Para calcular el volumen que se infiltra, se siguen tres pasos, los cuales se describen a continuación:

1. Se calcula el volumen que se evapotranspira, haciendo uso del método que más convenga para calcular este parámetro.
2. Se calcula el valor del esguerrimiento medio como se menciona en el párrafo anterior, haciendo uso del método indirecto descrito en la NOM-011-CONAGUA-2015, este es calculado para antes y después de implementada la reforestación.
3. Se hace uso de la fórmula del balance hídrico y se despeja el parámetro "Infiltración" para obtener por diferencia este valor.

$$\text{Precipitación} = \text{Evapotranspiración} + \text{Esguerrimiento} + \text{Infiltración}$$

4. Se obtiene por diferencia de antes y después de realizada la reforestación el volumen que se infiltra al llevarse esta a cabo.

Tabla VI. 14. Valores de precipitación y superficie de reforestación

Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (ha)	Área (m <sup>2</sup> )	Precipitación (m <sup>3</sup> )
345.00	0.34500	13.165375	131,653.7500	45,420.543750

Tabla VI. 15. Balance hídrico del área de reforestación antes de ejecutada

Balance hídrico del área de REFORESTACIÓN antes de REFORESTACION (m <sup>3</sup> )	
PRECIPITACIÓN	45,420.5438
INFILTRACION	1,895.1646
ESGUERRIMIENTO	2,346.7281
EVAPOTRANSPIRACIÓN	41,178.6510



Tabla VI. 16. Balance hídrico del área de reforestación después de ejecutada

<b>Balance hídrico del área de REFORESTACIÓN después de REFORESTACIÓN (m3)</b>	
PRECIPITACIÓN	45,420.5438
INFILTRACION	3,593.8930
ESCURRIMIENTO	647.9998
EVAPOTRANSPIRACIÓN	41,178.6510

### VI.2.3 Vegetación.

Los impactos que se presentarán sobre la vegetación son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior. A continuación, se realiza un resumen del análisis de diversidad del área del proyecto y sistema ambiental.

Tabla VI. 17. Impactos factor flora

<b>Etap</b>	<b>Acción</b>	<b>Factor</b>	<b>Subfactor</b>	<b>Valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante y despirme	Flora	Cubierta vegetal	0.25	Moderado
		Flora	Remoción de vegetación	0.25	Moderado
		Flora	Diversidad y abundancia	0.25	Moderado

Al realizar el proyecto propuesto no se comprometerá la diversidad florística y faunística tanto del predio como del sistema ambiental en que se ubica el proyecto. En la tabla VI.18 se presenta la superficie que disminuirá con respecto a la superficie de vegetación presente en el sistema ambiental.

Tabla VI. 18. Superficie de vegetación en el área de afectación

<b>Superficie del área de afectación (ha)</b>	<b>Superficie de matorral subtropical (ha)</b>	<b>Porcentaje de representación a nivel predio.</b>
96.859073	3,393.663631	2.85%

Como se observa en la tabla anterior el área de afectación corresponde a 96.859073 hectáreas lo que representa un porcentaje de afectación en el mismo tipo de vegetación presente dentro del sistema ambiental de 2.85%, mismo que permite que el sistema ambiental continúe con sus procesos naturales ya que no se ve afectada significativamente.



Para definir la afectación sobre la biodiversidad de flora en el sistema ambiental, se hace a continuación un comparativo entre los elementos que presenta el SA y los elementos que presenta el área del proyecto.

Para el caso de flora cómo se ha mencionado en capítulo IV, se realizó un muestreo para identificar las especies presentes en ambas áreas, realizando en su totalidad 35 sitios para SA y 35 sitios para el área de proyecto, debido a que para realizar los comparativos en la diversidad, estos se deben realizar con muestras iguales y a que en el caso que nos ocupa solamente se afectará un tipo de vegetación (matorral subtropical).

Como se ha mencionado en capítulo IV del presente documento para definir la confiabilidad del muestreo se realizaron análisis paramétricos y no paramétricos, en el caso de los paramétricos se desarrolló la ecuación de Clench, la cual nos arroja entre algunos datos el valor calculado de la pendiente de la curva, que preferentemente debe tener un valor menor a 0.1 para obtener un muestreo confiable; para todos los estratos este valor resultado menor o igual a 0.1 para el muestreo realizado, por lo este se considera confiable, asimismo el modelo nos indica el valor de la asíntota, que en este caso es igual a las especies que el modelo determina deben encontrarse, para el caso del muestreo para cada uno de los estratos se alcanzó la asíntota por lo se refuerza la conclusión de que el muestreo es confiable.

Por otro lado, se realizaron análisis no paramétricos, estos métodos estiman el número de especies que pueden encontrarse por estrato, a partir de los datos levantados durante el muestreo, una vez estimado el número de especies se encontró que las especies esperadas son igual a las observadas por lo que se registró durante el muestreo el 100% de las especies esperadas para cada uno de los estratos, por lo que el análisis comparativo es confiable, a continuación, se presentan los comparativos.

Es importante señalar que el comportamiento de las curvas de acumulación en la gráfica del método no paramétrico nos indican el comportamiento del sistema que estamos analizando, es decir, cuando la curva de acumulación alcanza la asíntota significa que el total máximo de las especies posibles a encontrar en el estrato que se esta analizando ha llegado a su máximo, arrojando que el resultado es confiable para el análisis de diversidad.

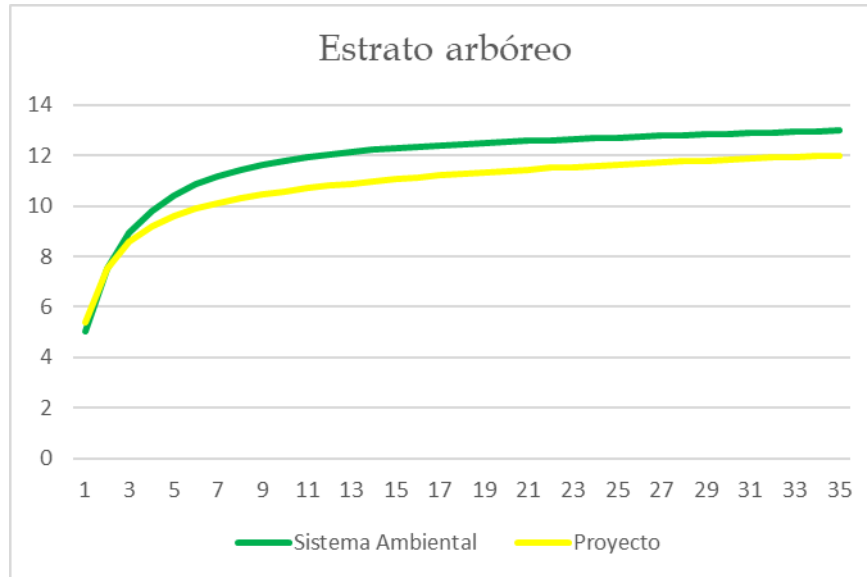


Figura VI. 2. Acumulación de especies estrato arbóreo

Como se observa en la figura anterior para ambas superficies analizadas del estrato arbóreo, se ha alcanzado la asíntota, lo cual nos dice que el muestreo es confiable para realizar el análisis de diversidad, como es de esperarse, es más diverso en especies el sistema ambiental que el área donde se pretende desarrollar el proyecto. Además esto nos dice que el sistema ambiental no se verá afectado con el desarrollo del proyecto.

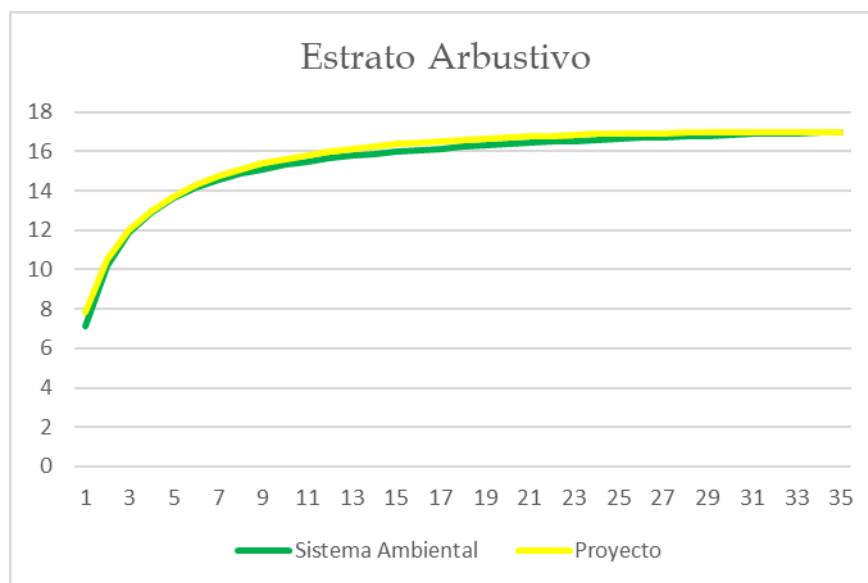


Figura VI. 3. Acumulación de especies estrato arbustivo

Como se observa en la figura anterior el Sistema ambiental y el área del proyecto, presentan una diversidad similar, en ambas superficies se ha alcanzado la asíntota es decir que no se espera que sigan apareciendo más especies al seguir realizando más sitios, esto a la vez nos indica que la diversidad en el sistema ambiental no se verá afectada por la implementación del proyecto, además de que las especies son ampliamente distribuidas en el sistema ambiental y no se verá afectada su diversidad.

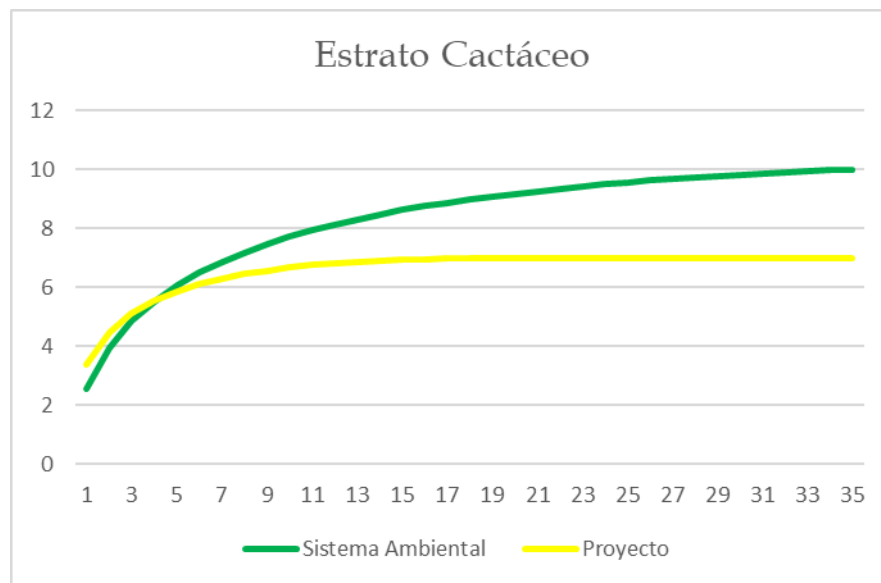


Figura VI. 4. Acumulación de especies de estrato cactáceo

Como se observa en la figura anterior el SA es más diverso que el área de proyecto, es de destacar que de los 35 sitios realizados se encontraron el total de los individuos en los primeros 9 sitios del área del proyecto y para el área del sistema ambiental al final de los sitios realizados, aun se alcanza a apreciar una pequeña pendiente, lo que significa que aun no ha alcanzado su asíntota es decir, que se seguirán encontrando especies. Las especies que se encuentran en el área del proyecto, se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema ambiental, además de que se rescatarán especies de flora de este estrato para contribuir con mantener el equilibrio de la diversidad de estas especies.

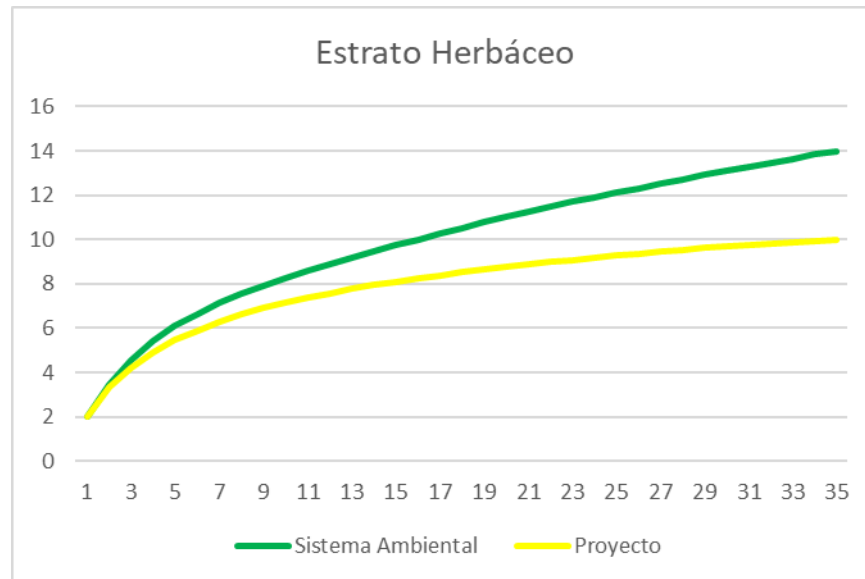


Figura VI. 5. Acumulación de especies del estrato herbáceo

Para el caso de las especies del estrato herbáceo, se observa que en el área del proyecto se ha logrado alcanzar la asíntota, lo que significa que se ha alcanzado el total de las especies que se pueden encontrar en esta área, el sistema ambiental se ve claramente más diverso que el área del proyecto y tiene una pendiente muy pronunciada lo cual significa que existe una gran posibilidad de seguir encontrando más especies del estrato herbáceo en el sistema ambiental, por otro lado, las especies que se encuentran en el área del proyecto, se encuentran ampliamente distribuidas dentro del sistema ambiental y no se comprometerá la diversidad de estas con la implementación del proyecto.

A continuación, se presenta un comparativo de los índices de diversidad ente ambos niveles.

Tabla VI. 19. Índices para estrato arbóreo

Índice	Sistema Ambiental	Proyecto
H CALCULADA	2.1981766	1.9863197
H MÁXIMA	2.5649494	2.4849066
EQUITATIVIDAD	0.8570059	0.7993539

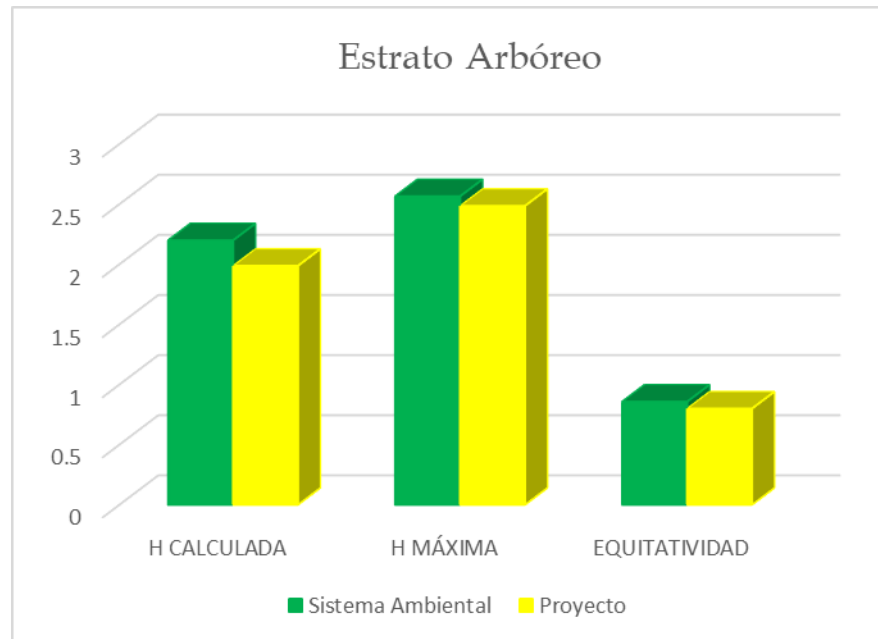


Figura VI. 6. Índices para estrato arbóreo

Como se puede observar en la figura anterior el sistema ambiental donde se pretende desarrollar el proyecto es más diverso que el área donde se pretende desarrollar el mismo. Se puede decir que la diversidad máxima que se puede encontrar en ambos sistemas es medianamente diverso, la equitatividad dentro del área del proyecto está poco uniforme, es decir que hay una pequeña dominancia de alguna de las especies que se encuentran en la superficie del proyecto.

Una vez desarrollado el proyecto, no se verá afectada la diversidad de flora del estrato arbóreo, ya que las especies que se encuentran en el área del proyecto se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema ambiental.

Tabla VI. 20. Índices de estrato arbustivo

Índice	Sistema Ambiental	Proyecto
H CALCULADA	2.3005612	2.1424183
H MÁXIMA	2.8332133	2.8332133
EQUITATIVIDAD	0.8119971	0.7561797

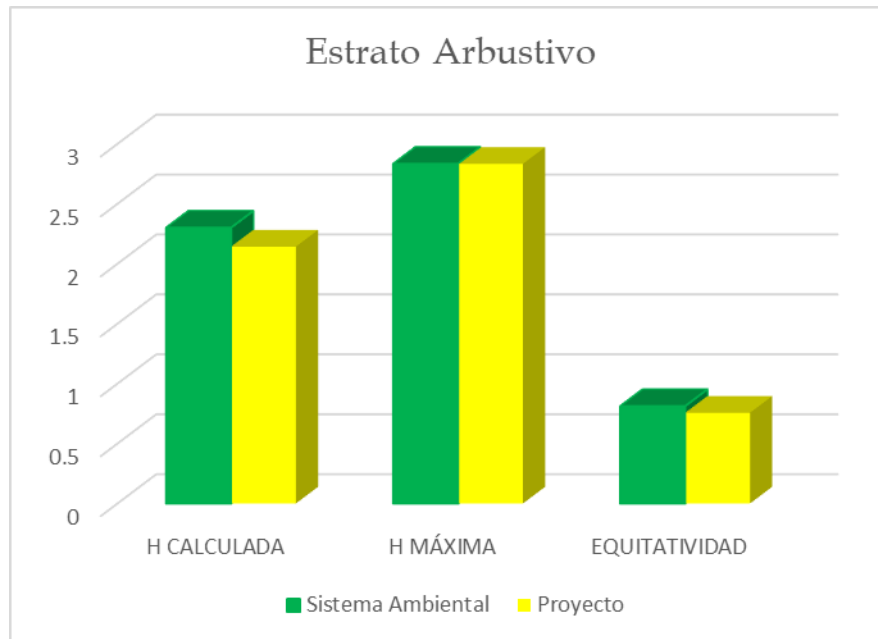


Figura VI. 7. Índices de estrato arbustivo

Para el caso del estrato arbustivo se obtiene un valor de H.C. que en ambos niveles se encuentra alejada del H.M., lo que nos indica dominancia de alguna de las especies en ambos niveles, asimismo a pesar de que el sistema ambiental, es más diverso que el área del proyecto, cuentan ambas con una equitatividad parecida, lo que ratifica una disimilaridad entre especies. Sin embargo, al encontrarse todas las especies representadas en el sistema ambiental, se considera que no habrá afectación para el sistema ambiental al remover las especies del área del proyecto con motivo de la implementación de este.

Tabla VI. 21. Índices de diversidad estrato herbáceo

Índice	Sistema Ambiental	Proyecto
H CALCULADA	1.7282761	1.5094916
H MÁXIMA	2.6390573	2.3025851
EQUITATIVIDAD	0.6548839	0.6555639



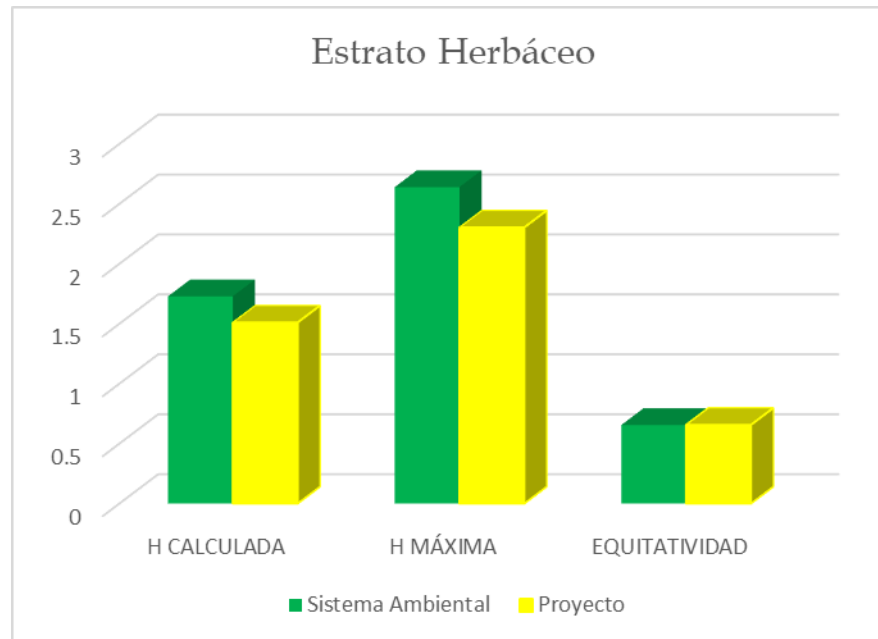


Figura VI. 8. Índices de estrato herbáceo

El estrato herbáceo se comporta muy parecido al estrato arbóreo, es un estrato diverso, con dominancia de algunas especies sobre otras debido a que H.C. se encuentra alejada de H.M., y una equitatividad con valores de 0.65 para ambos niveles, es decir que cuando el valor de la equitatividad se acerca a 1, las especies tienen una representación similar, no siendo el caso para este estrato. Sin embargo, el sistema ambiental es más diverso que el área del proyecto y todas las especies se encuentran representadas en el sistema ambiental, por lo que al remover la vegetación del estrato arbustivo no se verá afectada la diversidad del sistema ambiental.

Tabla VI. 22. Índices de diversidad del estrato cactáceo

Índice	Sistema Ambiental	Proyecto
H CALCULADA	0.5110553	1.6204809
H MÁXIMA	2.3025851	1.9459101
EQUITATIVIDAD	0.2219485	0.8327625

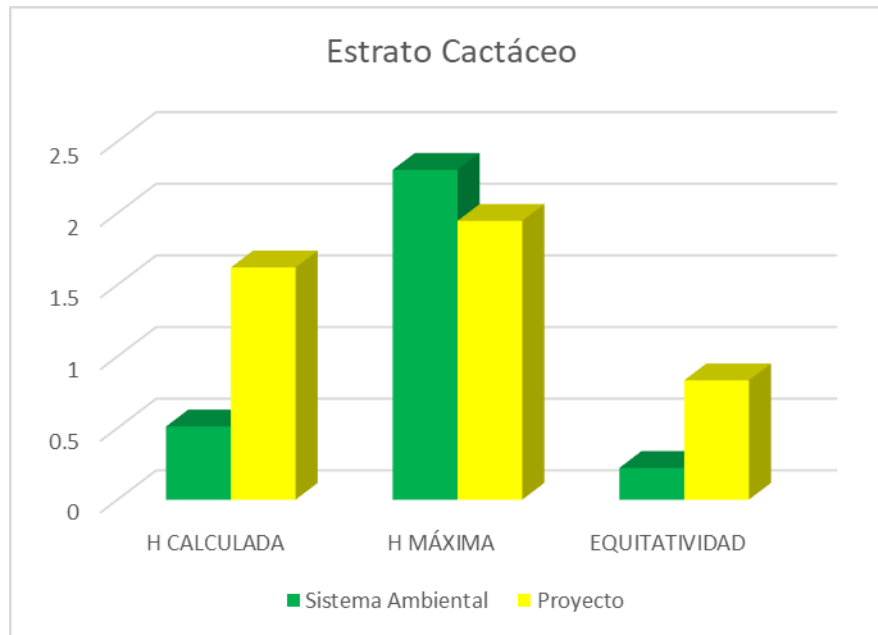


Figura VI. 9. Índices de estrato cactáceo

En el sistema ambiental se observaron 10 especies y en el área del proyecto se observaron 7 especies, en ambos casos los estratos se consideran diversos, con un H.C. que se encuentra alejada de H.M., lo que indica que existe dominancia de alguna de las especies en ambos niveles, en este caso para ambos niveles la especie dominante es *Cylindropuntia bigelovii* con una densidad muy superior al resto de las especies.

La vegetación corresponde a vegetación de matorral subtropical, donde las especies presentan folios pequeños características de los matorrales. El comportamiento de la vegetación es muy similar en ambos niveles, todos los estratos son diversos y existe dominancia de unas especies sobre las otras, sin embargo, todas las especies que se encontraron en el área del proyecto se encuentran representadas en el sistema ambiental y no se verá afectada la diversidad de la misma y la afectación representa solo el 2.85% de la superficie del sistema ambiental que presenta este tipo de vegetación.

## Preparación del Sitio

Tabla VI. 23. Impactos sobre factor flora

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante y despirme	Flora	Cubierta vegetal	0.25	Moderado
		Flora	Remoción de vegetación	0.25	Moderado
		Flora	Diversidad y abundancia	0.25	Moderado

### *Cubierta vegetal, remoción de vegetación y diversidad y abundancia*

Este factor ambiental se verá afectado debido a que las acciones de desmante y despirme se enfocan sobre todo al derribo de vegetación arbórea y al deshierre, eliminando de manera casi inmediata la cubierta vegetal, remoción de vegetación y la diversidad y abundancia. Y cómo se perderá el suelo fértil y el proyecto estará en constante operación, la vegetación no podrá regenerarse a mediano plazo. Sin embargo, se considera un impacto moderado, ya que se realizará el almacenamiento de suelo fértil para al momento de la etapa de abandono el proyecto quede en las mejores condiciones, ya que se planea una reforestación con vegetación nativa al finalizar la vida útil del proyecto.

### *Medidas preventivas.*

- Solo se removerá vegetación en el área destinada al proyecto.
- Se evitará en lo posible derramar aceites, grasas, solventes, combustibles, etcétera; en las áreas cubiertas por vegetación forestal aledañas a la zona de afectación, para tal fin, se establecerá un área específica donde se llevará a cabo el mantenimiento de los automotores utilizados para el desarrollo del proyecto.
- Se evitará utilizar herbicidas como método de deshierre, con la finalidad de evitar que dichas sustancias contaminen la vegetación forestal de zonas aledañas.
- Se dotará a los trabajadores de letrinas o baños portátiles, mismos que estarán distribuidos a través del área de afectación.



- Se instalarán contenedores herméticos a lo largo del área de trabajo, para la disposición de los residuos sólidos domésticos generados por el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos utilizados en las diferentes etapas del proyecto, evitando de esta manera que se presenten fugas de aceite, combustibles o algún otro hidrocarburo que pudiera contaminar el componente flora.
- Se delimitará el área del proyecto con la finalidad de evitar que el desmonte se prolongue hacia áreas no solicitadas.

### ***Medidas de mitigación.***

- El desmonte del área se realizará mediante medios mecánicos y usando la técnica de derribo direccional, evitando así causar un impacto significativo sobre el suelo y sobre la vegetación residual de las áreas forestales aledañas.
- La extracción de las materias primas forestales derivadas del desmonte, se realizará mediante carriles de arrime trazados de manera perpendicular a la pendiente y cuya trayectoria no afecte a la flora presente en zonas aledañas no solicitadas.
- Solo se realizará el mantenimiento de maquinaria y equipo necesario en el sitio del proyecto. El equipo que, por sus características de diseño, no pueda ser retirado temporalmente para su mantenimiento, tendrá que atenderse en el sitio del proyecto, con los debidos cuidados y medidas de prevención de esta manera se evita la posible contaminación del suelo, subsuelo, manto freático y algún cuerpo de agua por el derrame de aceites y grasas lubricantes usados, así como de la vegetación residual presente en las áreas forestales aledañas. De igual manera durante la operación se contará con un área de talleres en la que se deberán realizar todas las reparaciones.
- En caso de que se presente una fuga de aceite o cualquier otro hidrocarburo, se contará con una brigada de supervisión que realizará el retiro del hidrocarburo del suelo, trasladándolo al área previamente destinada como almacén de residuos peligrosos.

- En caso de que se presente la contaminación de la vegetación por los residuos sólidos domésticos generados por el personal, la brigada de supervisión procederá retirar dichos residuos y trasladarlos a un área destinada como centro de acopio de residuos sólidos domésticos, evitando así la contaminación de las zonas cubiertas por vegetación forestal aledañas.
- Durante las pláticas de concientización, se hará hincapié en la prohibición de extraer individuos de flora de las zonas forestales aledañas.
- Se evitará aplicar herbicidas o cualquier otra sustancia que resulte nociva para la flora del lugar.
- Se establecerán cuatro carteles alusivos a la importancia de evitar acciones que pudiesen originar un incendio forestal, distribuidos por la zona del proyecto.

#### *Medidas de compensación.*

- Se realizará el rescate de renuevos de las siguientes especies:

Tabla VI. 24. Especies a rescatar

Nombre científico	Forma Biológica	No. de Individuos
Parkinsonia microphylla Torr.	Arbórea	413
Fouquieria macdougalii Nash	Arbórea	291
Olneya tesota A. Gray	Arbórea	283
Acacia cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd.	Arbórea	137
Jatropha cordata	Arbórea	530
Bursera fagaroides (Kunth) Engl.	Arbórea	44
Bursera laxiflora S. Watson	Arbórea	441
Prosopis velutina Wooton	Arbórea	32
Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.)	Arbórea	24
Guaiacum coulteri A. Gray	Arbórea	85
Eysenhardtia orthocarpa (A. Gray)	Arbórea	457
Caesalpinia pulcherrima	Arbórea	4
Lycium berlandieri Dunal	Arbustivo	20

Nombre científico	Forma Biológica	No. de Individuos
<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	Arbustivo	44
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Arbustivo	145
<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Arbustivo	60
<i>Ibervillea sonorae</i> (S. Watson) Greene	Arbustivo	20
<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	Arbustivo	4
<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	Arbustivo	52
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	Arbustivo	28
<i>Croton sonorae</i> Torr.	Arbustivo	530
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Arbustivo	4
<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustivo	397
<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustivo	113
<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	Cactácea	145
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.)	Cactácea	206
<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	Cactácea	316
<i>Opuntia pubescens</i>	Cactácea	64
<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Cactácea	4
<i>Opuntia engelmannii</i>	Cactácea	32
Total		4925

#### VI.2.4 Fauna.

Los impactos negativos sobre la fauna son moderados, según la matriz aplicada en el capítulo anterior.

#### Preparación del Sitio

**Tabla VI.22.** Impactos sobre factor fauna

Etapa	Acción	Factor	Subfactor	Valor	Significancia
Preparación del sitio	Desmante y despilme	Fauna	Diversidad y abundancia	0.25	Moderado
		Fauna	Modificación del hábitat	0.25	Moderado
		Fauna	Desplazamiento de fauna	0.25	Moderado

#### *Diversidad y abundancia, Desplazamiento de fauna y Modificación del hábitat*

En primer lugar, se deberá realizar un rescate y ahuyentamiento de la fauna existente en el área de desmante, logrando así el desplazamiento de la fauna. Además, al existir el ruido de la maquinaria y los trabajadores, las especies de rápido desplazamiento no se acercarán más al lugar. De igual manera las especies de lento desplazamiento podrían verse afectadas. En cuanto a la modificación del hábitat cabe señalar que mientras el proyecto se encuentre funcionando, el sitio es inhabitable para la fauna.

#### *Medidas de Prevención*

- Fuera del área propuesta no se realizará remoción de la vegetación, ya que es fuente de alimentación y refugio de fauna silvestre.
- No se deberán aplicar sustancias tóxicas y/o fuego que pudieran afectar a la flora y fauna silvestre.
- La caza, captura, colecta y comercialización de fauna silvestre no se permitirá en el predio.
- Se implementará un programa general de ahuyentamiento de fauna silvestre y programas de rescate y reubicación de las especies detectadas y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



- Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.

### **Medidas de mitigación**

- Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna.
- Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna listada y detectada en la NOM-059-SEMARNT-2010.
- 12 carteles y 10 capacitaciones a personal para evitar la captura, caza, extracción y comercialización de individuos de fauna.

### **VI.2.5 Paisaje**

El paisaje se verá afectado debido a que se perderá su valor paisajístico en las zonas donde se realizará el proyecto.

### **Preparación del sitio**

Tabla VI. 25. Impactos factor paisaje

<b>Etapas</b>	<b>Acción</b>	<b>Factor</b>	<b>Subfactor</b>	<b>Valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante y despilme	<b>Paisaje</b>	Modificación del Paisaje	<b>0.25</b>	<b>Moderado</b>

### **Modificación del paisaje**

Los impactos en este punto se desarrollarán en principal manera por el movimiento de la tierra, ya que provocará la modificación de la topografía del área donde se desarrollará el proyecto.

Este proyecto conlleva el corte, relleno y nivelación de la topografía del sitio.



### ***Medidas de Prevención***

- Se instalarán contenedores con tapa y etiquetados durante todas las etapas del proyecto. Esta medida permitirá prevenir la contaminación visual del paisaje, debido a la contaminación por residuos sólidos urbanos dispersos en el área.
- Se tendrá cuidado de no rebasar los límites del polígono autorizado para no exceder la superficie que se solicita para autorización y con esto afectar de manera excesiva la topografía del sitio.

### **VI.3 Resumen de medidas**

Una vez identificados y descritos los impactos derivados de la implementación del presente proyecto, que se presentarán en cada componente ambiental, así como las medidas preventivas, de mitigación y compensación que se aplicaran para cada caso, se presenta una descripción de las estrategias a seguir en cada caso, el impacto que se mitiga, el componente ambiental sobre el cual se aplican las medidas y la supervisión de la medida, enfocada a determinar hasta qué grado se mitiga el o los impactos con la aplicación del programa de vigilancia ambiental.



## RESUMEN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y LA FAUNA SILVESTRE

Tabla VI. 26. Resumen de medidas de mitigación para el factor agua

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p><b>AGUA</b></p>	<p>Residuos no peligrosos: Los residuos generados por este concepto serán clasificados y depositados en contenedores herméticos para su subsecuente disposición en lugares adecuados o destinados para ello.</p> <p>Residuos peligrosos: Los aceites y grasas son utilizados por equipo y maquinaria; en el caso de las grasas, son únicamente para lubricar o engrasar; en cuanto a los aceites se utiliza únicamente para llenado del equipo que así lo requiera; en general las actividades de mantenimiento se llevarán a cabo en las instalaciones de los talleres de la empresa, los residuos que se generen en el sitio serán manejado de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, considerando su envío para su correcto manejo al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.</p> <p>No se aplicarán sustancias tóxicas que pudieran en algún momento contaminar el agua superficial o subterránea.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.</p> <p>Se implementará la construcción de bordos de polímero</p>	<p>Las obras de conservación y restauración aportarán apoyo para la captación del agua, el monitoreo del agua superficial y subterránea permitirá llevar un control de la calidad de la misma y en caso de detectar cambios en la calidad del agua se tomarán las medidas de remediación pertinentes.</p>



CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>biodegradable a curvas de nivel en 4,972.02 metros lineales, en un zona aledaña al proyecto.</p> <p>Se realizará la construcción de 132 presas filtrantes.</p> <p>Se realizará una reforestación con especies nativas en un polígono de 13.165375 hectáreas aledaña al proyecto.</p> <p>Se realizará monitoreo de aguas subterráneas y superficiales misma que se integrará al programa que ya se lleva a cabo por la unidad minera.</p>	

Tabla VI. 27. Resumen de medidas de mitigación factor suelo

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
SUELO	<p>Residuos no peligrosos: Los residuos generados por este concepto serán clasificados y depositados en contenedores herméticos para su subsecuente disposición en lugares adecuados o destinados para ello.</p> <p>Residuos peligrosos: Los aceites y grasas son utilizados por equipo y maquinaria; grasas, son únicamente para lubricar o engrasar; en cuanto a los aceites se utiliza únicamente para llenado del equipo que así lo requiera; no generara residuo ya que serán manejado de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, considerando su envío para su correcto manejo al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.</p>	<p>El suelo es uno de los recursos más frágiles del ecosistema, éste sufrirá cambio ya que se presentará la pérdida del mismo.</p> <p>Realizando las medidas de mitigación propuestas se verá disminuida la afectación sobre el suelo será</p>



CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>No se aplicarán sustancias tóxicas que pudieran en algún momento contaminar el suelo y/o agua superficial o subterránea.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para el control de residuos.</p> <p>Se implementará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en 4,972.02 metros lineales en una zona aledaña al proyecto.</p> <p>Se realizará la construcción de 132 presas filtrantes.</p> <p>Se realizará una reforestación con especies nativas en un polígono de 13.165375 hectáreas aledaña al proyecto.</p>	<p>poco significativa.</p>

Tabla VI. 28. Resumen de medidas de mitigación del factor flora

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p><b>FLORA</b></p>	<p>Fuera del área propuesta no se realizará remoción de la vegetación, ya que es fuente de alimentación y refugio de fauna silvestre y el principal elemento en la recarga de mantos acuíferos.</p> <p>Se tomarán las medidas necesarias para que el derribo de la vegetación a remover y todas las labores complementarias, reduzcan los daños a la vegetación residual.</p>	<p>Se removerá en su totalidad la cubierta vegetativa solo dentro del área solicitada para el desarrollo del proyecto.</p>



CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>No se deberán aplicar sustancias tóxicas que pudieran afectar a la flora y fauna silvestre.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos y/o remoción de vegetación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará el rescate de 30 especies por afectar por la implementación del proyecto.</li> </ul>	

Tabla VI. 29. Resumen de medidas de mitigación de factor fauna

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p><b>FAUNA</b></p>	<p>Fuera del área propuesta no se realizará remoción de la vegetación, ya que es fuente de alimentación y refugio de fauna silvestre.</p> <p>No se deberán aplicar sustancias tóxicas y/o fuego que pudieran afectar a la flora y fauna silvestre.</p> <p>La caza, captura, colecta y comercialización de fauna silvestre no se</p>	<p>El ruido generado por la maquinaria y equipo afectará de tal manera a las especies existentes, esto conllevará a la</p>



CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>permitirá en el predio.</p> <p>Se implementará un programa general de ahuyentamiento de fauna silvestre y programas de rescate y reubicación de las especies detectadas y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.</p>	<p>migración de la fauna a las zonas aledañas no desmontadas.</p>

Tabla VI. 30. Resumen de medidas de mitigación de factor aire

CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
<p><b>AIRE</b></p>	<p>Se instalarán contenedores con tapa y etiquetados durante todas las etapas del proyecto.</p> <p>Para la emisión de ruido, se deberá realizar una inspección física de los sistemas silenciadores de los vehículos.</p> <p>La maquinaria será atendida por un programa de mantenimiento que permita asegurar su funcionamiento eficiente.</p>	<p>Con las medidas de prevención y mitigación se reducirá la generación de polvos y de ruido artificial generado por desarrollo del proyecto.</p>



CONCEPTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	<p>Se proporcionará a trabajadores que laboren cerca de fuentes fijas de emisión de ruido, protectores auditivos.</p> <p>Se dará mantenimiento periódico a los vehículos automotores que participen en todas las etapas del proyecto.</p> <p>Se establecerá riego de caminos de ingreso y perimetrales del área del proyecto.</p>	

**Tabla VI.35.** Resumen de impactos a generar por factor ambiental

FACTOR	IMPACTOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	PARAMETROS DE EFICIENCIA	OBJETIVO
Agua	Reducción de la infiltración y aumento en la velocidad de los escurrimientos en 14,318.9189 m <sup>3</sup> /año	Se realizará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en 4,972.02 m de acomodo con una separación de 20 metros entre línea y línea, que propiciará la infiltración y reducirá la velocidad de escurrimientos, se construirán también 132 presas filtrantes y se realizará una reforestación en 13.165375 hectáreas.	Las obras serán monitoreadas para comprobar el estancamiento de agua, y/o la destrucción de las obras debido a la velocidad de los escurrimientos.	Contribuir a la retención de la infiltración que deja de presentarse por el desmonte y en la reducción de la velocidad de escurrimientos en 41,090.3867 m <sup>3</sup> /año



FACTOR	IMPACTOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	PARAMETROS DE EFICIENCIA	OBJETIVO
Suelo	Aumento en la pérdida de suelo en 11,659.4829 ton/ año	Se realizará la construcción de bordos de polímero biodegradable a curvas de nivel en 4,972.02 m de acomodo con una separación de 20 metros entre línea y línea, que propiciará la infiltración y reducirá la velocidad de escurrimientos, se construirán también 132 presas filtrantes y se realizará una reforestación en 13.165375 hectáreas.	El primer parámetro de eficiencia será la estructura de la construcción del acomodo de acuerdo a los parámetros de CONAFOR.	Retener 11,669.9695 ton/año.
Flora	Reducción de la cobertura vegetal en 2.85% con respecto al sistema ambiental que presenta la misma vegetación	Reubicación de 30 especies de interés biológico encontrados en el área de afectación de los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceo.	Para la evaluación de dicha medida de mitigación, remitirse a programa de rescate de flora adjunto al presente documento.	Mantener la afectación a la vegetación en un 2.85% con respecto al sistema ambiental.
		No se deberán aplicar sustancias tóxicas que pudieran afectar a la flora.	Se deberá vigilar estrictamente que no se usen sustancias tóxicas y/o fuego, para realizar el desmonte de la vegetación para evitar la afectación a superficies no autorizadas.	
		Se prohíbe el uso del fuego para control de residuos.	Vigilar que no se use fuego para eliminar la vegetación, debido a que se pueden provocar incendios que afectarían la vegetación aledaña a la zona de afectación.	
Fauna	Afectación a la fauna por reducción del hábitat, probable	Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna.	Para la evaluación se llevará un registro de la fauna rescatada y reubicada.	Evitar la mortandad de fauna por medio del rescate y reubicación.





FACTOR	IMPACTOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	PARAMETROS DE EFICIENCIA	OBJETIVO
	mortalidad de individuos faunísticos por el desarrollo del proyecto.	Ahuyentamiento, reubicación y rescate de fauna listada y detectada en la NOM-059-SEMARNT-2010.	Se deberá llevar un registro de la fauna rescatada y reubicada, así como la georreferenciación de las áreas en que se reubica cada individuo.	
		12 carteles y 10 capacitaciones a personal para evitar la captura, caza, extracción y comercialización de individuos de fauna.	Llevar bitácora de personal capacitado, número de carteles colocados e incidencias de captura, comercialización o extracción de fauna.	



A continuación, se anexan las figuras que muestra la ubicación de dichas obras de mitigación con respecto al área del proyecto, así como las coordenadas de ubicación de cada una de las obras.

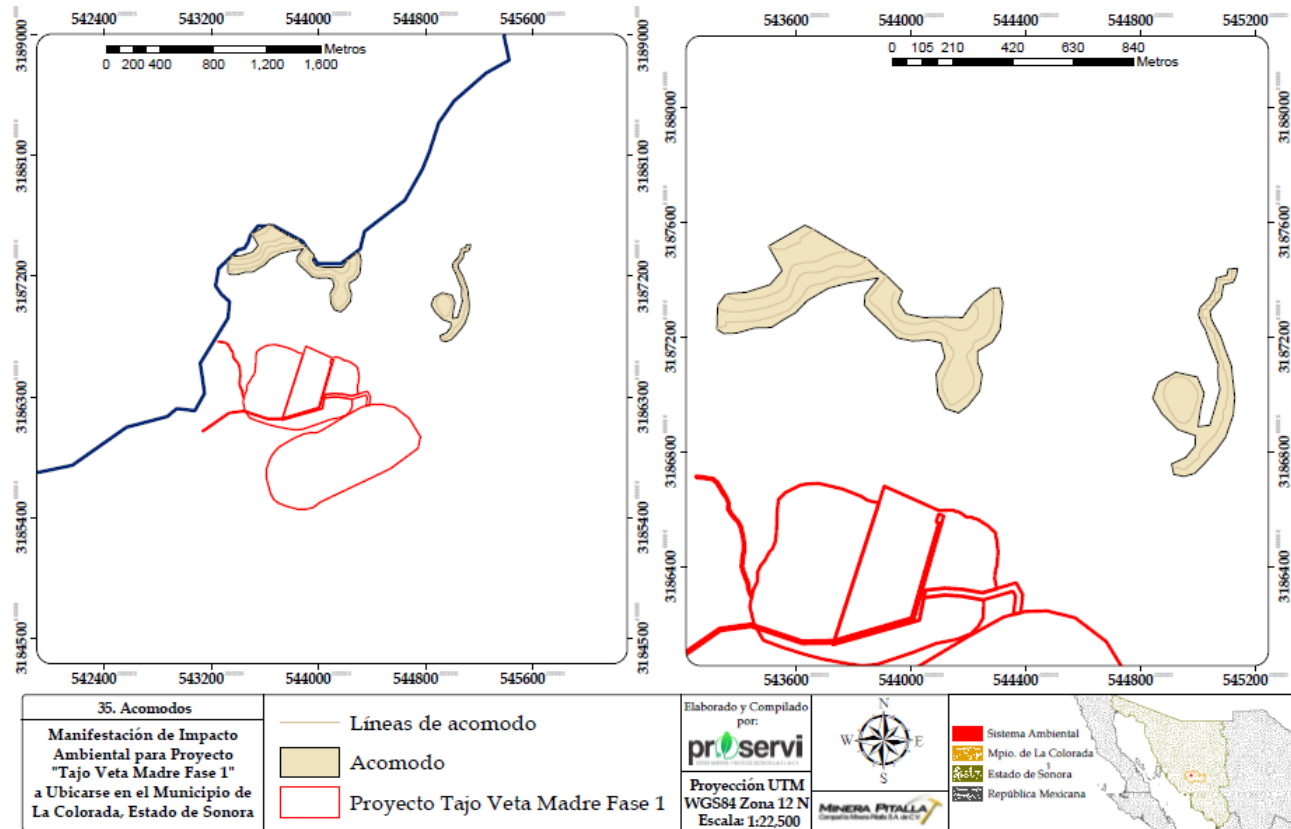


Figura VI. 10. Acomodo de fundas rellenas (polímero biodegradable) de material orgánico a curvas de nivel.

Tabla VI. 31. Coordenadas de acordonamiento a curvas a nivel de polímero biodegradable

Vértice	Acomodo	X	Y
0	1	543660.2896	3187574.69
1	1	543649.2748	3187565.87
2	1	543645.8192	3187563.45
3	1	543639.4839	3187560
4	1	543634.5883	3187557.06
5	1	543627.6771	3187552.22
6	1	543625.7763	3187551.19
7	1	543619.9018	3187547.76
8	1	543615.0061	3187545.31

Vértice	Acomodo	X	Y
9	1	543615.0061	3187530.63
10	1	543608.4791	3187527.36
11	1	543605.2153	3187525.73
12	1	543598.3041	3187522.85
13	1	543597.0563	3187522.47
14	1	543590.5288	3187520.14
15	1	543587.4367	3187519.03
16	1	543580.738	3187515.94
17	1	543577.2411	3187514.54
18	1	543575.8423	3187514.1
19	1	543571.6463	3187511.74
20	1	543567.5413	3187509.55
21	1	543561.1558	3187505.45
22	1	543557.2395	3187505.17
23	1	543549.1397	3187503.92
24	1	543546.4694	3187503.7
25	1	543543.799	3187503.92
26	1	543534.4532	3187503.92
27	1	543531.7829	3187504.19
28	1	543527.5869	3187505.45
29	1	543522.4371	3187506.59
30	1	543511.7557	3187510.6
31	1	543502.4099	3187515.94
32	3	543781.4531	3187501.25
33	3	543766.7666	3187493.91
34	3	543752.0801	3187493.91
35	3	543746.2056	3187492.44
36	3	543743.2682	3187492.44
37	3	543737.3937	3187491.46
38	3	543733.722	3187490.24
39	3	543722.7072	3187486.57
40	3	543711.4763	3187483.11
41	3	543708.0207	3187481.67
42	3	543701.4932	3187478.41
43	3	543698.2298	3187476.78

Vértice	Acomodo	X	Y
44	3	543693.3342	3187474.33
45	3	543691.8655	3187473.35
46	3	543689.6626	3187471.88
47	3	543682.8437	3187467.68
48	3	543678.6477	3187465.59
49	3	543672.1202	3187463.72
50	3	543669.8357	3187463.07
51	3	543663.9612	3187461.39
52	3	543660.5056	3187460.65
53	3	543651.5341	3187459.45
54	3	543649.2748	3187459.03
55	3	543647.547	3187458.92
56	3	543636.3161	3187458.92
57	3	543634.5883	3187458.83
58	3	543633.1195	3187458.66
59	3	543619.9018	3187457.19
60	3	543607.8856	3187454.52
61	3	543605.2153	3187453.93
62	3	543600.3197	3187452.3
63	3	543596.4033	3187451.32
64	3	543590.5288	3187448.8
65	3	543587.49	3187445.55
66	3	543585.0214	3187442.51
67	3	543581.4909	3187436.86
68	3	543578.7798	3187430.76
69	3	543577.3111	3187427.82
70	3	543576.9722	3187426.69
71	3	543575.8423	3187420.48
72	3	543574.0065	3187414.97
73	3	543573.3947	3187413.13
74	3	543572.1707	3187409.46
75	3	543568.4991	3187398.45
76	3	543567.0303	3187392.57
77	3	543565.3519	3187387.96
78	3	543564.0933	3187383.76

Vértice	Acomodo	X	Y
79	3	543562.8836	3187382.03
80	3	543561.1558	3187378.87
81	3	543557.2395	3187372.99
82	3	543553.8126	3187369.08
83	3	543549.5615	3187365.98
84	3	543546.4694	3187363.2
85	3	543541.286	3187359.57
86	3	543531.7829	3187354.39
87	3	543521.5022	3187349.98
88	3	543517.0964	3187348.09
89	3	543510.9126	3187345.89
90	3	543507.7506	3187345.04
91	3	543499.6123	3187342.5
92	3	543492.6191	3187339.7
93	3	543489.1222	3187338.3
94	3	543487.7234	3187337.87
95	3	543485.4641	3187337.44
96	3	543476.4925	3187336.25
97	3	543473.0369	3187335.51
98	3	543468.1413	3187334.81
99	3	543463.8579	3187334.19
100	3	543458.3504	3187333.41
101	3	543443.664	3187331.31
102	3	543438.1565	3187330.52
103	3	543433.8731	3187329.91
104	3	543428.9775	3187329.21
105	3	543425.0611	3187328.93
106	3	543416.9613	3187327.69
107	3	543414.291	3187327.46
108	3	543411.6206	3187327.69
109	3	543402.2749	3187327.69
110	3	543399.6045	3187327.95
111	3	543395.9329	3187328.69
112	3	543384.918	3187330.89
113	3	543378.1395	3187332.92

Vértice	Acomodo	X	Y
114	3	543376.106	3187333.83
115	3	543370.2315	3187336.03
116	3	543368.2734	3187337.74
117	3	543365.3359	3187339.7
118	3	543360.0638	3187344.22
119	3	543355.545	3187349.49
120	4	543847.5423	3187471.88
121	4	543843.6546	3187468.42
122	4	543840.1991	3187466.01
123	4	543829.1842	3187457.19
124	4	543826.9813	3187455.73
125	4	543825.5126	3187454.75
126	4	543821.3166	3187453
127	4	543817.0098	3187451.01
128	4	543810.8261	3187448.8
129	4	543806.1882	3187447.15
130	4	543798.81	3187445.18
131	4	543796.1396	3187444.34
132	4	543794.5077	3187444.14
133	4	543781.4531	3187442.51
134	4	543768.3985	3187444.14
135	4	543764.6686	3187444.61
136	4	543755.3439	3187445.77
137	4	543752.0801	3187446.18
138	4	543748.1638	3187446.42
139	4	543741.31	3187446.42
140	4	543737.3937	3187446.7
141	4	543734.3016	3187445.6
142	4	543727.6028	3187442.51
143	4	543724.1759	3187441.04
144	4	543722.7072	3187440.41
145	4	543719.0356	3187438.84
146	4	543713.8952	3187436.63
147	4	543703.6149	3187432.23
148	4	543693.3342	3187427.82

Vértice	Acomodo	X	Y
149	4	543680.6059	3187425.86
150	4	543678.6477	3187425.37
151	4	543675.9774	3187425.15
152	4	543667.8776	3187423.9
153	4	543663.9612	3187423.62
154	4	543660.2896	3187424.15
155	4	543651.7223	3187425.37
156	4	543649.2748	3187425.72
157	4	543646.8272	3187425.37
158	4	543638.2599	3187424.15
159	4	543634.5883	3187423.62
160	4	543628.0607	3187421.29
161	4	543626.813	3187420.91
162	4	543619.9018	3187418.03
163	4	543616.8097	3187416.23
164	4	543612.5585	3187413.13
165	4	543608.8869	3187409.46
166	4	543605.2153	3187403.34
167	4	543603.3795	3187400.28
168	4	543602.2778	3187398.45
169	4	543599.3408	3187392.57
170	4	543598.3041	3187390.67
171	4	543595.4245	3187383.76
172	4	543593.7926	3187380.5
173	4	543590.5288	3187373.97
174	4	543589.6387	3187369.97
175	4	543589.3989	3187369.08
176	4	543588.8969	3187367.44
177	4	543586.6125	3187358.3
178	4	543585.1881	3187354.39
179	4	543582.0731	3187348.16
180	4	543579.1061	3187342.97
181	4	543577.3111	3187339.7
182	4	543575.8423	3187337.25
183	4	543568.8487	3187332.01

Vértice	Acomodo	X	Y
184	4	543567.0303	3187330.89
185	4	543561.1558	3187327.11
186	4	543559.8207	3187326.35
187	4	543557.4842	3187325.02
188	4	543550.3005	3187321.18
189	4	543546.4694	3187319.51
190	4	543539.7935	3187317
191	4	543537.6574	3187316.2
192	4	543531.7829	3187314
193	4	543528.9852	3187313.13
194	4	543521.992	3187310.33
195	4	543517.0964	3187308.49
196	4	543514.426	3187307.66
197	4	543507.0478	3187305.69
198	4	543502.4099	3187304.03
199	4	543496.2261	3187301.83
200	4	543493.0641	3187300.98
201	4	543487.7234	3187299.31
202	4	543484.4597	3187298.91
203	4	543475.1349	3187297.74
204	4	543473.0369	3187297.48
205	4	543471.5682	3187297.11
206	4	543465.6937	3187295.64
207	4	543459.8192	3187294.17
208	4	543458.3504	3187293.81
209	4	543456.2524	3187293.54
210	4	543446.9277	3187292.38
211	4	543443.664	3187291.97
212	4	543439.1452	3187291.12
213	4	543434.1609	3187290.46
214	4	543428.9775	3187289.35
215	4	543414.291	3187287.25
216	4	543408.4165	3187286.83
217	4	543405.479	3187286.83
218	4	543399.6045	3187286.46



Vértice	Acomodo	X	Y
219	4	543384.918	3187286.46
220	4	543379.0435	3187286.83
221	4	543376.106	3187286.83
222	4	543370.2315	3187287.25
223	4	543363.453	3187287.73
224	4	543362.3236	3187287.73
225	4	543355.545	3187288.3
226	4	543349.6705	3187289.77
227	4	543345.0546	3187291.45
228	4	543340.8586	3187292.71
229	4	543338.9004	3187293.68
230	4	543335.9631	3187295.64
231	4	543331.0675	3187300.54
232	4	543326.1721	3187310.33
233	6	543943.0045	3187354.39
234	6	543937.8959	3187344.81
235	6	543935.6612	3187339.7
236	6	543934.1925	3187333.83
237	6	543933.8254	3187330.52
238	6	543932.7237	3187325.02
239	6	543932.514	3187320.82
240	6	543932.514	3187314.53
241	6	543932.3235	3187310.33
242	6	543933.2136	3187305.43
243	6	543934.1925	3187301.52
244	6	543935.0965	3187295.64
245	6	543936.9569	3187289.6
246	6	543938.1088	3187285.85
247	6	543939.6152	3187280.96
248	6	543940.6227	3187278.57
249	6	543943.0045	3187273.61
250	6	543950.3477	3187266.27
251	6	543954.1663	3187262.74
252	6	543957.6909	3187259.98
253	6	543962.7995	3187256.69

Vértice	Acomodo	X	Y
254	6	543972.3774	3187251.58
255	6	543983.2327	3187247.75
256	6	543987.0639	3187246.69
257	6	543992.9384	3187245.71
258	6	543995.3649	3187245.2
259	6	544001.7504	3187244.24
260	6	544016.4369	3187244.24
261	6	544023.1128	3187244.91
262	6	544024.5958	3187245.06
263	6	544031.1234	3187245.71
264	6	544036.4641	3187246.24
265	6	544040.9142	3187246.69
266	6	544045.8098	3187247.18
267	6	544049.3345	3187248.06
268	6	544060.4963	3187251.58
269	6	544072.0907	3187254.68
270	6	544075.1828	3187255.78
271	6	544078.8544	3187255.25
272	6	544087.4217	3187254.03
273	6	544089.8693	3187253.68
274	6	544091.5971	3187253.31
275	6	544097.2125	3187251.58
276	6	544102.9239	3187249.95
277	6	544104.5558	3187249.49
278	6	544110.4303	3187245.71
279	6	544112.2486	3187244.59
280	6	544119.2423	3187239.34
281	6	544121.0781	3187238.73
282	6	544126.5855	3187236.9
283	6	544132.2969	3187235.26
284	6	544133.9288	3187234.45
285	6	544138.8244	3187232
286	6	544142.0877	3187230.37
287	6	544148.6152	3187227.11
288	6	544152.5316	3187226.13

Vértice	Acomodo	X	Y
289	6	544163.3017	3187222.21
290	6	544177.9882	3187222.21
291	6	544190.2271	3187224.66
292	6	544192.6747	3187225.15
293	6	544198.5492	3187228.08
294	6	544200.5827	3187228.99
295	6	544207.3612	3187233.23
296	6	544211.0328	3187236.9
297	6	544222.0477	3187247.91
298	6	544223.7755	3187249.86
299	6	544224.9851	3187251.58
300	6	544227.9222	3187257.46
301	6	544228.8262	3187259.49
302	6	544233.0625	3187266.27
303	6	544233.4704	3187269.53
304	6	544233.4704	3187277.69
305	6	544233.7967	3187280.96
306	6	544233.4704	3187284.22
307	6	544233.4704	3187292.38
308	6	544233.0625	3187295.64
309	6	544228.8262	3187302.42
310	6	544222.0477	3187310.33
311	6	544215.7532	3187318.72
312	8	543322.9083	3187225.47
313	8	543326.1721	3187228.08
314	8	543332.0466	3187231.02
315	8	543336.6623	3187232.7
316	8	543340.8586	3187234.45
317	8	543342.8167	3187234.94
318	8	543355.545	3187236.9
319	8	543355.545	3187251.58
320	8	543399.6045	3187251.58
321	8	543412.8223	3187253.05
322	8	543414.291	3187253.22
323	8	543428.9775	3187253.22

Vértice	Acomodo	X	Y
324	8	543430.7053	3187253.31
325	8	543441.9362	3187253.31
326	8	543443.664	3187253.42
327	8	543445.9233	3187253.84
328	8	543454.8949	3187255.04
329	8	543458.3504	3187255.78
330	8	543463.2461	3187256.48
331	8	543467.5295	3187257.09
332	8	543473.0369	3187257.88
333	8	543479.5645	3187259.74
334	8	543481.8489	3187260.4
335	8	543487.7234	3187262.07
336	8	543490.9872	3187263.01
337	8	543502.4099	3187266.27
338	8	543514.0043	3187269.36
339	8	543517.0964	3187270.47
340	8	543522.9709	3187272.14
341	8	543525.2553	3187272.8
342	8	543531.7829	3187274.66
343	8	543536.1886	3187276.55
344	8	543546.4694	3187280.96
345	8	543557.1503	3187284.96
346	8	543561.1558	3187286.46
347	8	543567.5413	3187289.26
348	8	543571.6463	3187291.45
349	8	543575.8423	3187293.54
350	8	543576.9301	3187294.55
351	8	543584.0013	3187302.17
352	8	543590.5288	3187310.33
353	8	543598.6878	3187316.86
354	8	543605.2153	3187322.08
355	8	543606.7611	3187323.47
356	8	543608.1528	3187325.02
357	8	543613.3743	3187331.54
358	8	543619.9018	3187339.7

Vértice	Acomodo	X	Y
359	8	543625.4092	3187348.88
360	8	543628.7138	3187354.39
361	8	543631.1327	3187357.84
362	8	543634.5883	3187364.18
363	8	543637.0359	3187366.63
364	8	543639.4839	3187369.08
365	8	543645.0787	3187373.27
366	8	543649.2748	3187376.42
367	8	543654.6155	3187378.42
368	8	543659.7652	3187379.57
369	8	543663.9612	3187380.82
370	8	543666.2206	3187381.5
371	8	543678.6477	3187383.76
372	8	543691.4984	3187385.6
373	8	543693.3342	3187385.86
374	8	543696.598	3187387.03
375	8	543702.8373	3187388.94
376	8	543708.0207	3187391.1
377	8	543713.2041	3187393.26
378	8	543722.7072	3187398.45
379	8	543733.9381	3187401.9
380	8	543737.3937	3187403.34
381	8	543752.0801	3187408.24
382	8	543756.5989	3187408.62
383	8	543762.2479	3187408.62
384	8	543766.7666	3187408.94
385	8	543771.2853	3187408.62
386	8	543776.2697	3187407.95
387	8	543781.4531	3187407.63
388	8	543786.6365	3187407.95
389	8	543791.6209	3187408.62
390	8	543796.1396	3187408.94
391	8	543799.4034	3187409.87
392	8	543810.8261	3187413.13
393	8	543822.8422	3187415.8

Vértice	Acomodo	X	Y
394	8	543825.5126	3187416.4
395	8	543830.0313	3187417.65
396	8	543834.6042	3187418.73
397	8	543840.1991	3187420.48
398	8	543846.0736	3187421.95
399	8	543851.2139	3187424.15
400	8	543854.8855	3187425.37
401	8	543857.1449	3187425.56
402	8	543869.572	3187427.82
403	8	543881.9992	3187430.08
404	8	543884.2585	3187430.76
405	8	543888.6643	3187432.23
406	8	543894.5392	3187432.23
407	9	543913.6315	3187413.13
408	9	543908.7358	3187403.34
409	9	543906.2882	3187398.45
410	9	543902.2088	3187395.18
411	9	543898.945	3187391.1
412	9	543896.0075	3187386.7
413	9	543894.0494	3187383.76
414	9	543889.1542	3187378.87
415	9	543884.2585	3187373.97
416	9	543882.1605	3187371.17
417	9	543880.5869	3187369.08
418	9	543876.3505	3187362.3
419	9	543869.572	3187354.39
420	9	543863.0445	3187346.23
421	9	543854.8855	3187339.7
422	9	543854.8855	3187325.02
423	9	543869.572	3187310.33
424	9	543878.384	3187304.45
425	9	543884.2585	3187299.31
426	9	543887.9301	3187295.64
427	9	543893.7616	3187290.46
428	9	543898.945	3187284.63

Vértice	Acomodo	X	Y
429	9	543901.8825	3187280.96
430	9	543907.757	3187275.08
431	9	543913.6315	3187269.21
432	9	543914.9667	3187267.6
433	9	543916.0791	3187266.27
434	9	543921.6421	3187259.59
435	9	543928.318	3187251.58
436	9	543933.6587	3187242.24
437	9	543937.1299	3187236.9
438	9	543939.2145	3187233.11
439	9	543943.0045	3187227.11
440	9	543946.0966	3187225.3
441	9	543952.7953	3187222.21
442	9	543957.6909	3187219.76
443	9	543963.5654	3187216.34
444	9	543965.3838	3187215.22
445	9	543972.3774	3187211.72
446	9	543975.6412	3187210.79
447	9	543987.0639	3187207.52
448	9	544016.4369	3187207.52
449	9	544028.0313	3187210.62
450	9	544031.1234	3187211.2
451	9	544035.6421	3187212.04
452	9	544040.6265	3187212.71
453	9	544045.8098	3187213.82
454	9	544060.4963	3187215.92
455	9	544075.1828	3187215.92
456	9	544089.8693	3187213.82
457	9	544101.6183	3187210.46
458	9	544104.5558	3187209.62
459	9	544107.4933	3187207.52
460	9	544114.1337	3187202.42
461	9	544119.2423	3187197.73
462	9	544122.0399	3187195.63
463	9	544125.1168	3187192.84

Vértice	Acomodo	X	Y
464	9	544125.1168	3187178.15
465	9	544129.2908	3187173.51
466	9	544133.9288	3187169.34
467	9	544137.0209	3187166.56
468	9	544139.8033	3187163.46
469	9	544142.7407	3187157.59
470	9	544148.6152	3187148.78
471	9	544148.6152	3187134.09
472	9	544143.7196	3187124.3
473	9	544141.272	3187119.4
474	9	544138.1248	3187115.21
475	9	544133.9288	3187109.61
476	9	544132.8795	3187105.77
477	9	544132.5936	3187104.72
478	9	544131.8308	3187102.62
479	9	544127.2529	3187090.03
480	9	544124.7497	3187084.52
481	9	544121.6899	3187077.79
482	9	544120.5774	3187075.35
483	9	544120.2915	3187074.3
484	9	544119.2423	3187070.45
485	9	544115.9785	3187063.92
486	9	544114.3466	3187060.66
487	9	544111.467	3187053.75
488	9	544110.4303	3187051.85
489	9	544107.4933	3187045.97
490	9	544107.2261	3187043.3
491	9	544107.2261	3187033.96
492	9	544107.0034	3187031.29
493	9	544107.4933	3187028.35
494	9	544108.7518	3187020.8
495	9	544109.4514	3187016.6
496	9	544114.3466	3187001.91
497	9	544115.9785	3186998.65
498	9	544119.2423	3186992.12



Vértice	Acomodo	X	Y
499	9	544120.6411	3186988.63
500	9	544121.3403	3186987.23
501	9	544123.4383	3186983.03
502	9	544125.426	3186978.72
503	9	544129.0331	3186972.54
504	9	544130.4732	3186969.08
505	9	544133.9288	3186962.75
506	9	544148.6152	3186962.75
507	9	544154.4897	3186966.67
508	9	544163.3017	3186972.54
509	9	544172.1137	3186978.41
510	9	544177.9882	3186983.55
511	9	544180.0862	3186985.13
512	9	544182.8839	3186987.23
513	9	544188.7584	3186991.14
514	9	544192.6747	3186994.57
515	9	544200.0179	3187001.91
516	9	544203.4448	3187005.83
517	9	544207.3612	3187011.7
518	9	544209.197	3187014.76
519	9	544210.2987	3187016.6
520	9	544219.1102	3187031.29
521	9	544219.3773	3187033.96
522	9	544219.3773	3187043.3
523	9	544219.6001	3187045.97
524	9	544219.3773	3187048.64
525	9	544219.3773	3187057.99
526	9	544219.1102	3187060.66
527	9	544217.8517	3187064.86
528	9	544216.1732	3187069.47
529	9	544214.7044	3187075.35
530	9	544211.0328	3187086.36
531	9	544209.8088	3187090.03
532	9	544209.197	3187091.87
533	9	544207.3612	3187097.38

Vértice	Acomodo	X	Y
534	9	544205.403	3187102.76
535	9	544204.4237	3187104.72
536	9	544201.4867	3187110.59
537	9	544200.5827	3187112.63
538	9	544196.3463	3187119.4
539	9	544195.9385	3187122.67
540	9	544192.6747	3187134.09
541	9	544198.5492	3187142.9
542	9	544202.4655	3187148.78
543	9	544205.1018	3187151.04
544	9	544207.3612	3187153.67
545	9	544212.2568	3187158.57
546	9	544217.152	3187163.46
547	9	544217.152	3187178.15
548	9	544222.0477	3187181.09
549	9	544227.9222	3187184.03
550	9	544229.9556	3187184.93
551	9	544236.7342	3187189.17
552	9	544244.0774	3187192.84
553	9	544249.1613	3187195.1
554	9	544251.4206	3187196.51
555	9	544258.1992	3187200.75
556	9	544266.1071	3187207.52
557	9	544271.4478	3187216.87
558	9	544273.4504	3187222.21
559	9	544275.898	3187227.11
560	9	544280.7936	3187236.9
561	9	544284.2492	3187248.13
562	9	544284.9896	3187251.58
563	9	544286.1343	3187256.92
564	9	544286.9774	3187260.09
565	9	544288.1368	3187266.27
566	9	544288.1368	3187295.64
567	9	544287.7048	3187302.55
568	9	544287.5721	3187303.55

Vértice	Acomodo	X	Y
569	9	544287.0876	3187310.33
570	9	544287.0876	3187325.02
571	9	544287.5721	3187331.79
572	9	544287.5721	3187332.92
573	9	544288.1368	3187339.7
574	9	544287.5721	3187346.48
575	9	544287.3211	3187347.86
576	9	544286.6681	3187354.39
577	9	544285.3123	3187358.91
578	9	544280.7936	3187369.08
579	10	544971.0584	3186910.12
580	10	544972.5271	3186912.33
581	10	544973.506	3186913.79
582	10	544976.9329	3186919.67
583	10	544978.0521	3186921.49
584	10	544981.5489	3186928.48
585	10	544982.8074	3186931.42
586	10	544985.7449	3186938.27
587	10	544987.0801	3186941.83
588	10	544987.5807	3186943.17
589	10	544988.1925	3186945.61
590	10	544990.1507	3186953.45
591	10	544991.2523	3186957.85
592	10	544993.7555	3186964.53
593	10	544994.5569	3186966.67
594	10	544996.7598	3186972.54
595	10	544997.3393	3186975.63
596	10	545000.4314	3186987.23
597	10	545000.4314	3187001.91
598	10	544996.515	3187012.68
599	10	544994.5569	3187016.6
600	10	544991.6194	3187022.47
601	10	544985.7449	3187031.29
602	10	544978.8337	3187039.06
603	10	544971.0584	3187045.97

Vértice	Acomodo	X	Y
604	10	544962.5557	3187052.16
605	10	544956.3719	3187055.76
606	10	544952.7003	3187056.99
607	10	544941.6854	3187060.66
608	10	544926.9989	3187060.66
609	10	544914.5718	3187058.4
610	10	544912.3125	3187057.72
611	10	544905.7849	3187052.5
612	10	544897.626	3187045.97
613	10	544891.332	3187037.58
614	10	544886.6111	3187031.29
615	10	544885.6098	3187028.62
616	10	544882.9395	3187016.6
617	10	544879.6757	3187005.18
618	10	544879.2679	3187001.91
619	10	544880.002	3186998.98
620	10	544882.9395	3186987.23
621	10	544886.6111	3186976.21
622	10	544887.8351	3186972.54
623	10	544891.0985	3186966.01
624	10	544892.7303	3186962.75
625	10	544895.1784	3186957.85
626	10	544895.9941	3186956.22
627	10	544897.626	3186952.96
628	10	544900.5635	3186946.1
629	10	544901.822	3186943.17
630	10	544905.927	3186936.78
631	10	544912.3125	3186928.48
632	10	544917.9073	3186919.39
633	10	544922.1033	3186913.79
634	10	544924.3286	3186911.12
635	10	544926.9989	3186907.92
636	10	544932.5064	3186904.61
637	10	544941.6854	3186899.11
638	10	544956.3719	3186899.11

Vértice	Acomodo	X	Y
639	10	544965.1839	3186904.98
640	12	544918.9229	3186741.96
641	12	544921.1244	3186743.43
642	12	544926.9989	3186744.9
643	12	544932.8735	3186743.43
644	12	544941.6854	3186737.56
645	12	544956.3719	3186737.56
646	12	544971.0584	3186752.24
647	12	544979.8704	3186758.12
648	12	544985.7449	3186766.93
649	12	544996.2354	3186771.13
650	12	545000.4314	3186774.27
651	12	545003.6951	3186778.35
652	12	545005.327	3186781.62
653	12	545005.327	3186796.3
654	12	545009.7772	3186801.64
655	12	545015.1179	3186810.99
656	12	545029.8043	3186825.68
657	12	545035.6788	3186834.49
658	12	545044.4908	3186840.36
659	12	545050.3653	3186849.17
660	12	545059.1773	3186855.05
661	12	545064.073	3186864.84
662	12	545068.9682	3186874.63
663	12	545073.8638	3186884.42
664	12	545078.7594	3186894.21
665	12	545083.6546	3186904
666	12	545088.5503	3186913.79
667	12	545088.5503	3186943.17
668	12	545095.0778	3186951.33
669	12	545098.3411	3186957.85
670	12	545098.3411	3186972.54
671	12	545099.0408	3186976.74
672	12	545103.2368	3186987.23
673	12	545103.2368	3187045.97

Vértice	Acomodo	X	Y
674	12	545099.0408	3187056.46
675	12	545098.3411	3187060.66
676	12	545097.3623	3187066.53
677	12	545097.3623	3187069.47
678	12	545094.4248	3187081.22
679	12	545088.5503	3187090.03
680	12	545088.5503	3187104.72
681	12	545083.6546	3187114.51
682	12	545081.207	3187119.4
683	12	545079.7383	3187125.28
684	12	545073.8638	3187134.09
685	12	545073.8638	3187148.78
686	12	545069.6678	3187159.27
687	12	545068.9682	3187163.46
688	12	545067.9893	3187169.34
689	12	545067.9893	3187172.28
690	12	545066.5206	3187178.15
691	12	545064.073	3187183.05
692	12	545059.1773	3187192.84
693	12	545059.1773	3187207.52
694	12	545053.3028	3187216.34
695	12	545044.4908	3187222.21
696	12	545039.5952	3187232
697	12	545029.8043	3187236.9
698	12	545029.8043	3187266.27
699	12	545015.1179	3187266.27
700	12	545015.1179	3187295.64
701	12	545029.8043	3187295.64
702	12	545029.8043	3187310.33
703	12	545044.4908	3187310.33
704	12	545044.4908	3187325.02
705	12	545059.1773	3187325.02
706	12	545059.1773	3187354.39
707	12	545073.8638	3187354.39
708	12	545073.8638	3187398.45

Vértice	Acomodo	X	Y
709	12	545103.2368	3187398.45
710	12	545117.9233	3187398.45
711	12	545117.9233	3187427.82
712	12	545124.6033	3187427.82

Se establecerán también 132 presas filtrantes de morillos o troncos, a continuación, se presenta la ubicación de las mismas, así como las coordenadas de ubicación.

Tabla VI. 32. Coordenadas de presas filtrantes

Id	X	Y
1	543788	3186037
2	543730.001	3185973
3	543666.001	3185913
4	543603	3185851
5	543580.999	3185764
6	543584	3185677
7	543571	3185562
8	543595.001	3185474
9	543549	3185391
10	543521	3185302
11	544695	3185784
12	544681	3185695
13	544658.001	3185614
14	544613.001	3185540
15	544477	3185720
16	544452	3185666
17	544452	3185606
18	544450	3185546
19	544402	3185492
20	544564	3186652
21	544649.598	3186504.72
22	544686	3186415
23	544728.001	3186354
24	544738	3186425
25	544739	3186515

Id	X	Y
26	544700.999	3186594
27	544662	3186674
28	544654	3186763
29	544643.999	3186852
30	544765	3186294
31	544778.001	3186191
32	544822	3186096
33	544831	3186022
34	544844	3185963
35	544882	3185919
36	545416.001	3188736
37	545310.999	3188632
38	545172	3188544
39	545146	3188408
40	545248.999	3188230
41	545282.999	3188025
42	545298	3187801
43	545293.999	3187623
44	544917	3188306
45	545001	3188103
46	545078.001	3187902
47	545177	3187695
48	545275.001	3187503
49	544993	3187441
50	545313	3187164
51	545249	3186994
52	545178.999	3187144
53	545029	3187262
54	544817.001	3187305
55	544743	3187416
56	545273.001	3186838
57	545333.001	3186710
58	545249	3186606
59	545172	3186715
60	545009	3186715



Id	X	Y
61	544868.001	3186799
62	544790.999	3186942
63	545213	3186461
64	545149.001	3186343
65	545169.001	3186234
66	545291	3186301
67	545367	3186429
68	545424.001	3186613
69	545022.001	3186142
70	545050.001	3186308
71	544966	3186473
72	544990.001	3185986
73	544867	3185819
74	544778	3185688
75	544507	3185440
76	544282	3185477
77	544179	3185394
78	544084	3185300
79	543917	3185273
80	543928.999	3185425
81	543795.999	3185328
82	543623.999	3185293
83	543529	3185143
84	543252	3185013
85	542993.001	3185054
86	542831	3185131
87	542715	3185280
88	542888.001	3185268
89	543140.001	3185276
90	543430	3185074
91	543687	3185101
92	543920	3185103
93	544114	3185097
94	544365	3185067
95	544525	3185032

Id	X	Y
96	544219	3186763
97	544194	3186646
98	544065	3187215
99	543993	3187097
100	543917	3186999
101	543867	3186878
102	543771	3186750
103	543721	3186891
104	543614	3187018
105	543561	3187147
106	543680	3187278
107	543796.999	3187369
108	543883.999	3187427
109	544415.001	3187307
110	544440.001	3187187
111	544409	3187028
112	544388.001	3186867
113	544357	3186680
114	544396.001	3186514
115	544440.999	3186374
116	544457.001	3186274
117	545920.001	3187927
118	545871	3187819
119	545771.001	3187688
120	545641	3187532
121	545586	3187377
122	545498.999	3187157
123	545587	3187142
124	545700	3187274
125	545818	3187408
126	545391	3186889
127	545041	3187781
128	544872	3187798
129	544738.001	3187736
130	544613	3187658

Id	X	Y
131	544505.001	3187579
132	544445	3187445

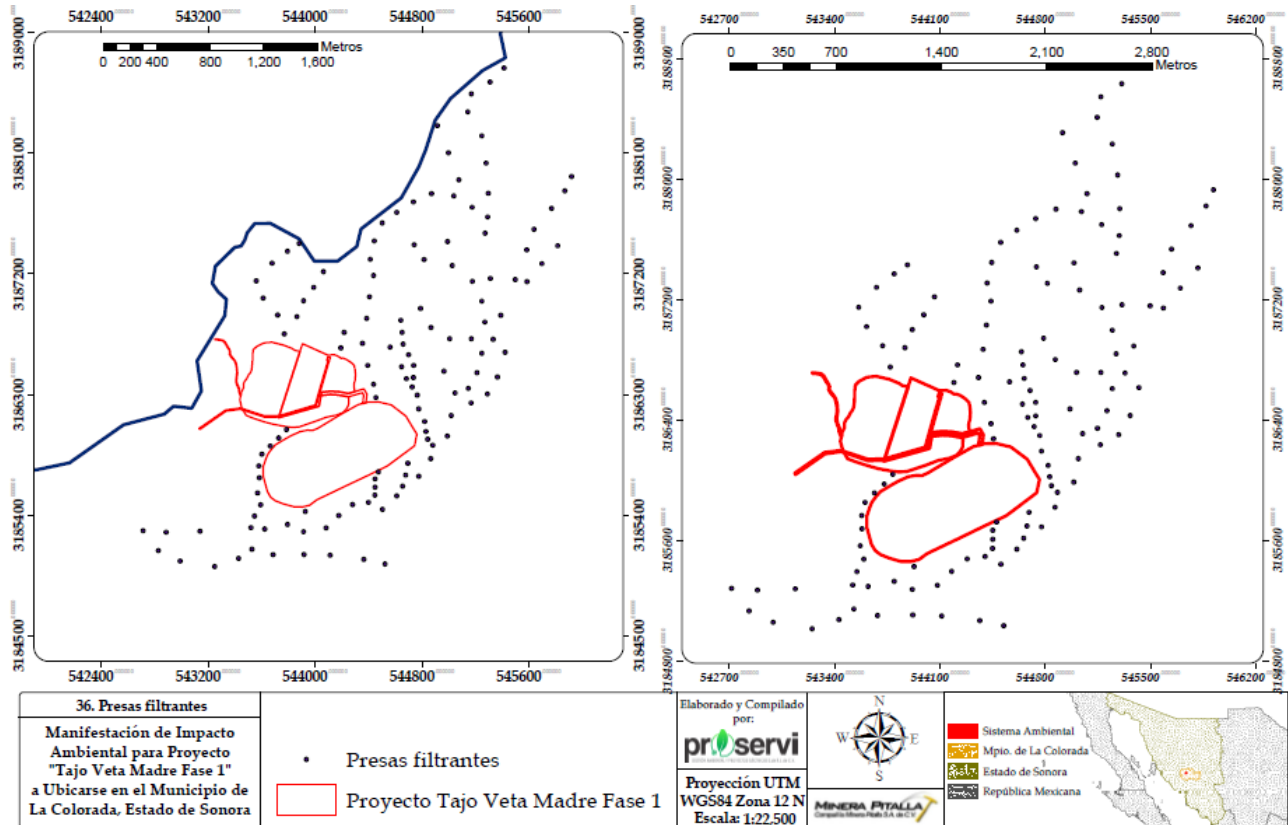


Figura VI. 11. Presas Filtrantes

Tabla VI. 33. Coordenadas de vértices de polígono de reforestación

Vértice	X	Y
1	541639.85	3183264.32
2	541363.36	3183313.26
3	541438.105	3183761.73
4	541470.516	3183733.95
5	541493.006	3183710.8
6	541521.449	3183686.99
7	541543.938	3183677.73
8	541573.042	3183667.15
9	541598.178	3183656.56



Vértice	X	Y
10	541634.558	3183632.75
11	541690.121	3183623.49
12	541725.178	3183635.4
13	541726.501	3183609.6
14	541761.558	3183578.51
15	541740.392	3183501.12
16	541717.902	3183460.11
17	541721.871	3183428.36
18	541724.517	3183402.56
19	541710.626	3183370.15
20	541709.303	3183339.06
21	541716.579	3183298.05
22	541719.886	3183274.9
23	541717.902	3183253.07

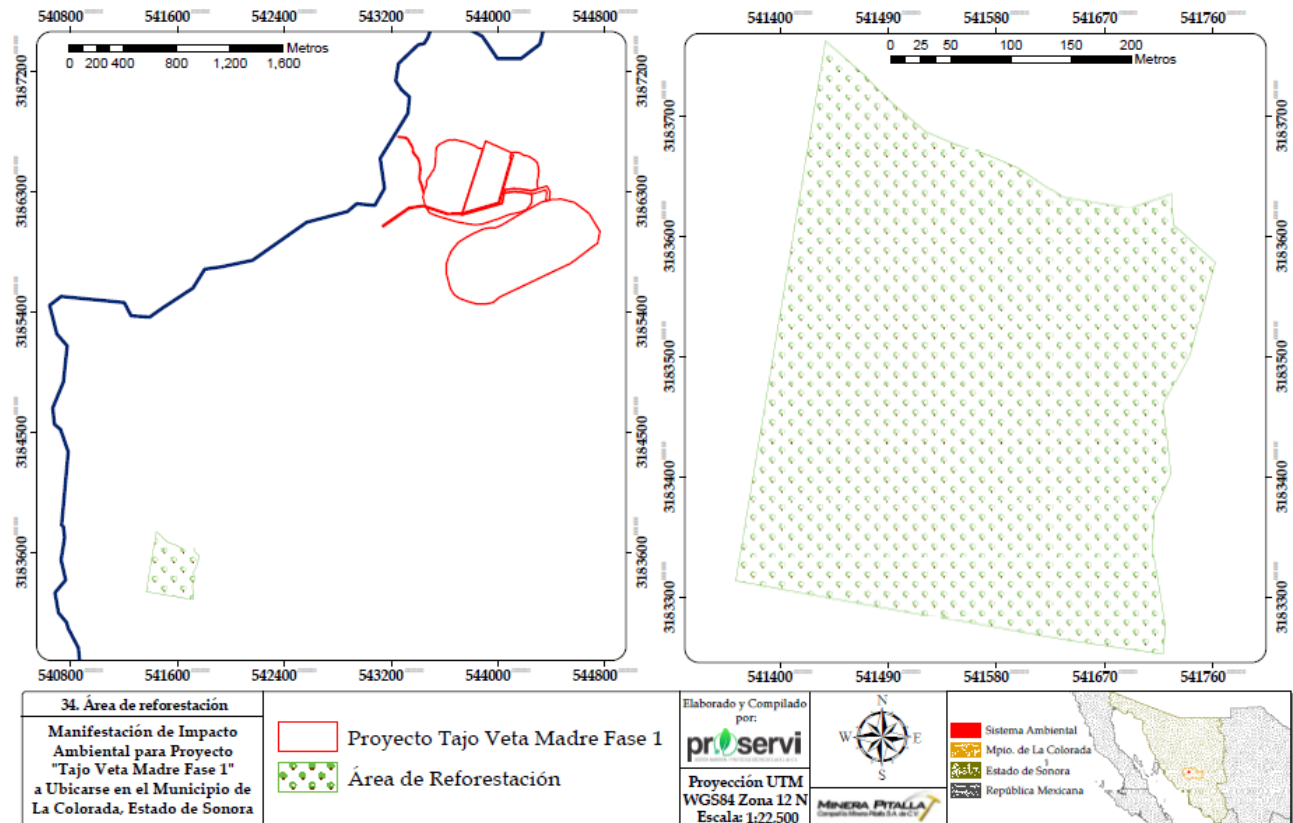


Figura VI. 12. Reforestación

## Capítulo VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	2
VII. 1. Pronóstico del escenario .....	2
VII.2. Programa de monitoreo .....	10
VII.2.1 Introducción .....	10
VII.2.2. Objetivos .....	11
VII.2.3. Residuos Sólidos Domésticos y Residuos peligrosos .....	11
VII.2.4. Manejo de combustibles y grasas y lubricantes .....	12
VII.2.5. Señalamiento .....	14
VII.2.6. Actividades adicionales del supervisor .....	14

### Índice de Figuras

<b>Figura VII. 1.</b> Escenario Actual .....	5
<b>Figura VII. 2.</b> Segundo escenario, sistema ambiental con proyecto .....	7
<b>Figura VII. 3.</b> Tercer Escenario con medidas de mitigación .....	10

### Índice de Tablas

<b>Tabla VII. 1.</b> Escenario Actual .....	3
<b>Tabla VII. 2.</b> Escenario del sistema ambiental con proyecto .....	5
<b>Tabla VII. 3.</b> Tercer escenario del sistema ambiental con medidas de mitigación .....	8



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

### VII. 1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta un pronóstico del escenario ambiental del área del proyecto "Tajo Veta Madre Fase 1". El sistema ambiental que se delimitó para el presente proyecto está contenido en un área total de 4,226.3908 hectáreas, la delimitación se basa en encontrar una superficie de un ecosistema que permite conocer la dinámica para lograr hacer un diagnóstico ambiental y así plantear los escenarios de impacto.

El pronóstico resultante, en sus tres momentos, emana de la interacción que se da por el desarrollo del proyecto con el medio físico (impactos ambientales), la aplicación de medidas de carácter preventivo, que evitan o limitan el alcance de los impactos, las medidas de mitigación que reducen los mismos y las actividades de carácter compensatorio necesarias para generar un balance entre el aprovechamiento de los recursos minerales presentes, y el desarrollo de los componentes renovables del sistema.

- **El Primero es el del área natural sin la ejecución del proyecto.**

Para el escenario actual, es decir sin desarrollar el proyecto se toma como base el diagnóstico ambiental desarrollado en el capítulo IV del presente documento, en donde se evalúan los componentes ambientales del ecosistema principales, tales como aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje y atributos socio culturales, obteniendo el siguiente panorama (Figura VII.1, Tabla VII.1).



**Tabla VII. 1. Escenario Actual**

Escenario Actual del sistema ambiental	
Factor Ambiental	Descripción
Vegetación	Dentro del sistema ambiental se encuentran distintos tipos de vegetación y usos de suelo, estos son matorral subtropical, Mezquital Xerófilo, Pastizal Cultivado, desprovisto de vegetación y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Subtropical. De las zonas que presentan vegetación la dominancia corresponde al matorral, siendo de menor importancia el pastizal, se observa que el ecosistema es poco diverso y que existe dominancia de especies sobre otras, y que en general dominan especies espinosas como es típico de los matorrales, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación, de acuerdo al diagnóstico ambiental la calidad dominante en cuanto a vegetación es alta, con algunas zonas en segundo orden de dominancia de calidad media y finalmente zonas de baja calidad que coinciden con áreas en que se desarrollan actividades mineras y/o actividades antropogénicas.
Suelo	En el sistema ambiental existen cuatro tipos de suelo, calcisol, fluvisol, Leptosol y regosol, todos los suelos de acuerdo a análisis de suelo presentan un mayor porcentaje de arenas. De acuerdo al diagnóstico ambiental la calidad del suelo presenta dominancia de calidad alta puesto que la mayor superficie está protegida por vegetación contra agentes erosivos y en segundo orden de importancia se encuentra la calidad media alta. Para el sistema ambiental se tiene una pérdida de suelo total de 298,552.41 ton/año (por acción hídrica y eólica).
Agua	Dentro del sistema ambiental delimitado existen 328 corrientes; la densidad de drenaje es de 3.71 Km/km <sup>2</sup> (Km <sup>-1</sup> ). La longitud total de los cauces de distinto orden es de 157.037413 km. El índice de compacidad del sistema ambiental tiene un valor de 1.7, que la caracteriza con forma alargada. La sinuosidad de la corriente es 1.5 indicando que el sistema ambiental tiene una sinuosidad media, es decir medianamente drenada. Dentro del sistema ambiental como se ha mencionado anteriormente se encuentran 328 corrientes, de las cuales 159 son de orden 1, 74 de orden 2, 58 de orden 3, 21 de orden 4 y 15 de orden 5. De acuerdo al balance hídrico para el sistema ambiental, se tiene un escurrimiento de 19.589 mm, con una infiltración de 12.611 mm y una evapotranspiración de 312.8 mm, resultando en un total de 345 mm que es igual a lo que precipita.
Aire	Las áreas que presentan mayor calidad corresponden a aquellas con ausencia directa de actividades mineras, ya que, al contrario de estas, aquellas que directamente presentan caminos disminuyen su calidad ambiental atmosférica; hasta detectar una ausencia total de calidad ambiental atmosférica, la cual está directamente relacionada con presencia de caminos y actividades mineras. En el sistema ambiental se encuentran mayormente zonas con alta calidad, en segundo orden las de calidad media alta, mientras que la calidad baja se presenta en una mínima proporción y en las zonas donde se registran actividades antropogénicas.
Paisaje	La presencia de asentamientos humanos, caminos de acceso y proyectos mineros son mínimos con respecto al sistema ambiental, que mantiene una calidad mayoritariamente alta, concentrada del centro del sistema ambiental y rodea toda el área del proyecto, la calidad baja se concentra en la zona suroeste, que es donde predominan las actividades mineras.

Escenario Actual del sistema ambiental	
Factor Ambiental	Descripción
Fauna	Para el sistema ambiental se identifican principalmente tres grupos taxonómicos, mamíferos, aves y reptiles, siendo el más diverso el grupo de las aves, en segundo lugar, en diversidad encontramos a los mamíferos y con menor diversidad el grupo de los reptiles. Dos especies se encuentran en protección, ambas especies del grupo taxonómico de los reptiles. La distribución de las especies se da por todo el sistema ambiental y este cuenta con una superficie de 4,081.407459 hectáreas de tierras silvestres adecuadas para el refugio de fauna. De acuerdo con el diagnóstico ambiental, dominan la calidad alta en su gran materia y en menor medida la calidad media alta.
Socioeconómico	La calidad del sistema ambiental con respecto al factor socioeconómico se considera globalmente alta, contiguo al sistema ambiental y dentro del mismo existen caminos, comunidades rurales pequeñas, así como actividades antropogénicas, principalmente actividades mineras, es decir que el sistema ambiental tiene usos definidos (económicos) y cuenta con los servicios de infraestructura para ejecutar los usos que actualmente se desarrollan en el área.

Al integrar cada factor ambiental para el sistema ambiental se observa que de acuerdo con el diagnóstico que en el sistema ambiental se tiene una calidad en general alta con respecto a todos los componentes, a excepción de una zona hacia el Este del sistema ambiental en la que se ubica una zona de calidad baja, coincidiendo esta con el desarrollo de actividades mineras cercanas a donde se presenta esta característica.



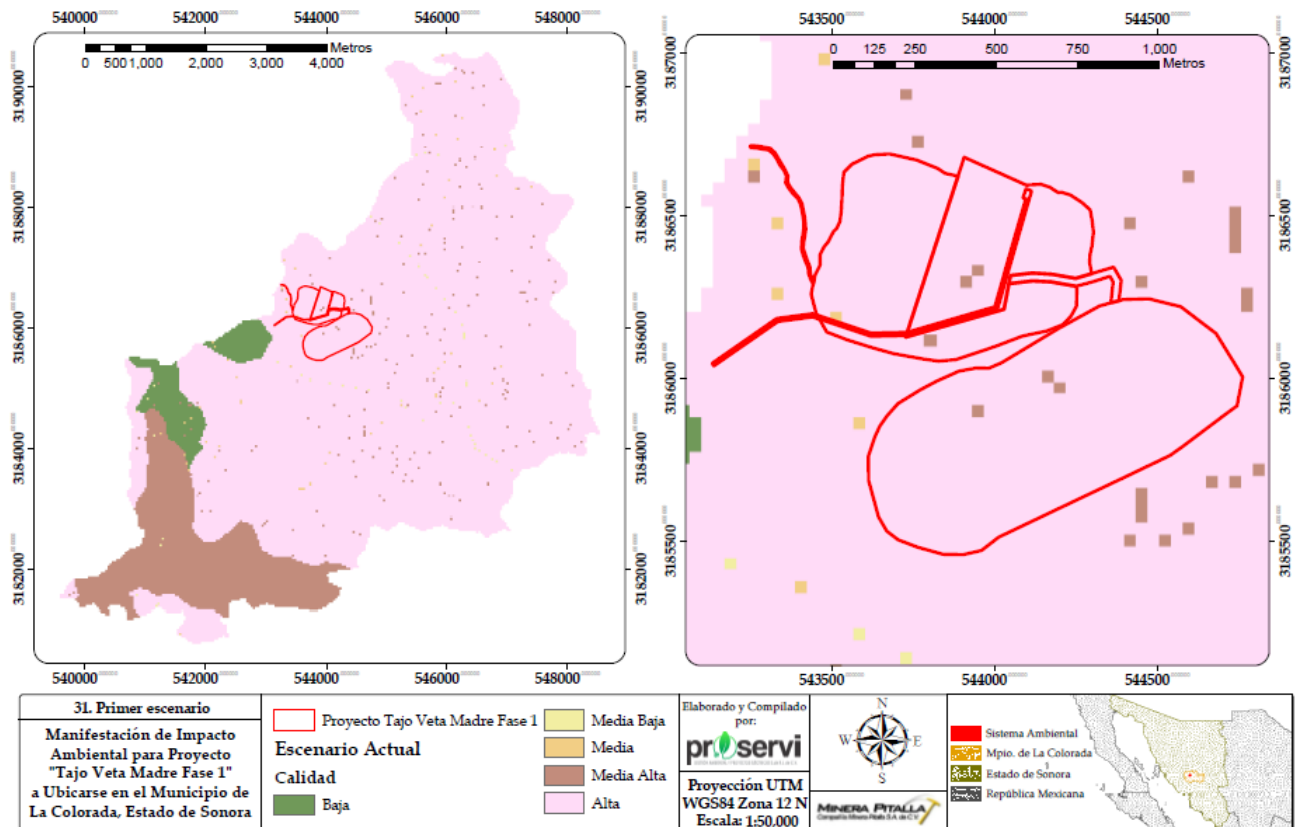


Figura VII. 1. Escenario Actual

- El Segundo es el del área natural impactada con el desarrollo del proyecto

Con respecto al escenario que se presenta una vez que se ejecute el proyecto, en la tabla VII.2 se presenta un resumen del panorama, pudiéndose apreciar el mismo en la figura VII.2.

Tabla VII. 2. Escenario del sistema ambiental con proyecto

Escenario del sistema ambiental con proyecto	
Factor Ambiental	Descripción
Vegetación	Se reducirá la cobertura vegetal en 96.859073 hectáreas, considerándose un impacto moderado debido a que, si bien se reducirá la densidad de especies en el sistema ambiental, no se reducirá la diversidad del mismo puesto que las especies que serán removidas se encuentran representadas en el sistema ambiental y existen individuos con características fisionómicas que aseguran la proliferación de las especies. De acuerdo con el diagnóstico ambiental para el sistema ambiental se sigue manteniendo una dominancia de la calidad alta dentro del mismo, teniendo en segundo lugar una calidad media alta y aumentando la calidad baja para la zona específica del proyecto debido a la remoción de la vegetación.

Escenario del sistema ambiental con proyecto	
Factor Ambiental	Descripción
Suelo	Debido a la eliminación de la vegetación se provocará la erosión de suelos, la cual ascenderá a 310,211.89 ton/año, es decir que se tendrá un aumento de 11,659.48 ton/año en comparativa con la condición actual. La erosión presente se clasifica como Alta. Sin embargo con el aumento en la pérdida de suelo por ejecución del proyecto, el sistema ambiental continua manteniendo una calidad alta predominantemente, seguido en dominancia por la calidad media alta y con un pequeño aumento en la calidad media, asociada al desarrollo del proyecto.
Agua	Con respecto a la hidrología, debido a la remoción de la vegetación se propicia el aumento en la velocidad de los escurrimientos, lo que a su vez provoca la reducción de la infiltración del agua, asimismo al establecer las obras relacionadas con el proyecto <b>Tajo Veta Madre Fase 1</b> se evita de esta manera la infiltración del agua, esta se verá reducida en 14,318.9189 m <sup>3</sup> /año que representa el 2.69% de lo que se infiltra en el sistema ambiental y un 0.098% del volumen que se precipita en la superficie del sistema ambiental. Es decir que el balance hídrico del sistema ambiental tendrá un escurrimiento de 19.92 mm, una evapotranspiración de 312.8 mm y una infiltración de 12.27 mm, resultando en una precipitación de 345 mm. La calidad con respecto al sistema ambiental no presenta cambios significativos puesto que se mantiene una calidad alta como dominante, con una calidad alta.
Aire	Con respecto al aire se presentan impactos por generación de partículas suspendidas principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción en la mayor parte de las actividades, por lo cual el factor aire es el que presenta un mayor número de impactos, sin embargo, los impactos son temporales. La calidad del sistema ambiental se sigue manteniendo con dominancia de calidad alta, seguida de la dominancia de calidad media alta con un muy bajo porcentaje de aumento en la calidad baja asociada al área del proyecto.
Paisaje	La modificación en el paisaje no es significativa puesto que al ser contiguo el proyecto a las actividades mineras ya existentes y al desarrollarse en una zona en la que previamente se desarrolló exploración no se modifica en demasía el paisaje de esta zona, asimismo los movimientos de tierras y la modificación de las topoformas naturales no es significativa puesto que mayormente dominan las pendientes suaves, por lo que no será necesario el movimiento excesivo de materiales. En el sistema ambiental la calidad dominante sigue siendo la alta.
Fauna	Con el desarrollo del proyecto se reducirá la superficie de anidación, alimentación y congregación de fauna, puesto que con la remoción de la cobertura vegetal del área del proyecto se pasa de contar con 4,081.407459 hectáreas de tierras silvestres, con el establecimiento del proyecto se contará con 3,984.548386 hectáreas de tierras silvestres, lo que representa una disminución del 2.37% de afectación. Aun cuando el área del proyecto se encuentra aledaña a las zonas en las que actualmente se desarrollan actividades mineras, el sistema ambiental mantiene una predominancia de calidad alta para el refugio de fauna, seguido de una dominancia de la calidad media alta.
Socioeconómico	El desarrollo del proyecto generará fuentes de empleo nuevas en la zona, de igual manera los contratistas de obra generarán el consumo de bienes y servicios en los alrededores del proyecto, por lo que el sistema ambiental se mantiene con dominancia de la calidad alta en el factor ambiental socioeconómico.



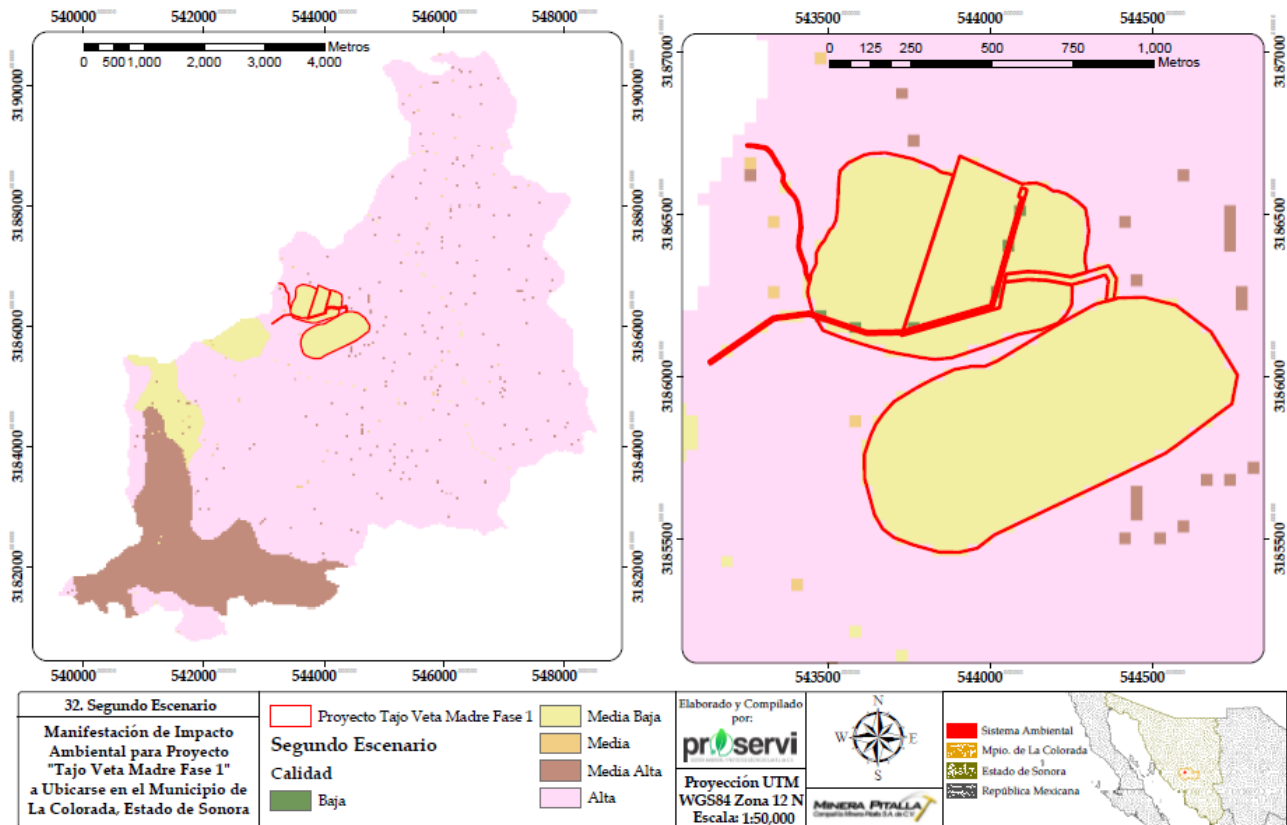


Figura VII. 2. Segundo escenario, sistema ambiental con proyecto

Como se observa en la figura anterior, una vez que se realice el proyecto se presentará un aumento en la afectación del sistema ambiental correspondiente al 2.37% de la superficie que presenta calidad alta y que cuenta con las condiciones para refugio de fauna, y la disminución de la superficie que cuenta con vegetación, no siendo significativo este aumento, por lo que el sistema ambiental mantiene la dominancia de la calidad alta, sin embargo la calidad del sistema ambiental mantiene las proporciones en cuanto a rumbos.

- **El Tercer escenario con medidas de mitigación.**

Para establecer el tercer escenario se toman en cuenta las medidas de control, mitigación y/o compensación que se establecerán por el desarrollo del proyecto.

**Tabla VII. 3.** Tercer escenario del sistema ambiental con medidas de mitigación

Escenario del sistema ambiental con medidas de mitigación y/o compensación	
Factor Ambiental	Descripción
Vegetación	Se realizará el rescate de renuevos de las especies, <i>Parkinsonia microphylla</i> Torr., <i>Fouquieria macdougalii</i> Nash, <i>Olneya tesota</i> A. Gray, <i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd., <i>Jatropha cordata</i> , <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl., <i>Bursera laxiflora</i> S. Watson, <i>Prosopis velutina</i> Wooton, <i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.), <i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray, <i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray), <i>Caesalpinia pulcherrima</i> , el rescate de cactáceas de las especies <i>Mammillaria grahamii</i> Engelm., <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.), <i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.), <i>Opuntia pubescens</i> , <i>Prosopis velutina</i> Wooton y <i>Opuntia engelmannii</i> , el rescate de especies del estrato arbustivo <i>Lycium berlandieri</i> Dunal, <i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.), <i>Acacia greggii</i> A. Gray, <i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger, <i>Ibervillea sonorae</i> (S. Watson) Greene, <i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst., <i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson, <i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr., <i>Croton sonorae</i> Torr., <i>Rhamnus humboldtiana</i> , <i>Mimosa dysocarpa</i> y <i>Cassia occidentalis</i> , estas serán reubicadas en un polígono aledaño a el área del proyecto, esto permitirá que se mantenga la diversidad y la propagación de dichas especies propiciando la revegetación de áreas desprovistas de la misma, con lo que se compensará la reducción de la cobertura vegetal. Asimismo, y no menos importante, al término de la vida útil del proyecto se restaurará en su totalidad el área, recuperando así su calidad ambiental. Con el establecimiento de medidas de mitigación (rescate) y compensación (reubicación de flora en zonas desprovistas de vegetación) se logra mantener una calidad ambiental alta en las zonas aledañas al área del proyecto.
Suelo	Para mitigar la afectación al factor suelo se removerá la totalidad del suelo fértil en el área del proyecto, el cual será almacenado para actividades de restitución al termino de vida útil del proyecto. Para compensar la pérdida de suelo que se provocará con motivo del establecimiento del proyecto, se establecerán acomodos de polímero biodegradable en 4,972.02 metros lineales, se establecerán 132 presas filtrantes y se reforestará en una superficie de 13.165375 hectáreas con lo que se retendrán 11,669.9695 toneladas de suelo, por lo que se cubre la pérdida total 11,659.4829 toneladas, con un residual de 10.4866 toneladas, por lo que se compensa la afectación que se generará por el establecimiento del proyecto.
Agua	Para evitar contaminación de afluentes hídricos la afinación de los vehículos se realizará en la zona de mantenimiento de los mismos ubicada en el área industrial de la empresa. Las obras de conservación de suelo y agua que se establecerán se estima propiciarán la infiltración de 41,090.3867 m <sup>3</sup> /año, con lo que se compensa la reducción en la infiltración de 14,318.9189 m <sup>3</sup> /año, manteniendo estable el balance hídrico del sistema ambiental.
Aire	Para mitigar los impactos con respecto al factor ambiental aire, se establecerán una serie de medidas de control tales como riegos periódicos en área de trituración y en caminos de acceso y perimetrales para evitar el levantamiento de partículas de suelo, asimismo se llevará un control de los vehículos y maquinaria que se utilice en cada una de las etapas del proyecto, tanto para vigilar la emisión de gases así como para evitar la generación de ruido excesivo; los trabajadores contarán con su equipo de protección tanto auditivo como para polvos. Se trabajará de manera secuencial para evitar la perturbación de la fauna cercana al área del proyecto. Con las medidas de control se considera que no se presentan cambios significativos en la calidad ambiental del sistema ambiental.



Escenario del sistema ambiental con medidas de mitigación y/o compensación	
Factor Ambiental	Descripción
Paisaje	La modificación en el paisaje no es significativa puesto que al ser contiguo el proyecto a las actividades mineras ya existentes y al desarrollarse en una zona en la que previamente se desarrolló exploración no se modifica en demasía el paisaje de esta zona, asimismo los movimientos de tierras y la modificación de las topoformas naturales no es significativa puesto que mayormente dominan las pendientes suaves, por lo que no será necesario el movimiento excesivo de materiales. En el sistema ambiental la calidad dominante sigue siendo el alta. Para mitigar la afectación al paisaje, al final de la vida útil del proyecto se restaurará el área, por lo que el paisaje volverá a ser armonioso con los alrededores.
Fauna	Para evitar la mortandad de fauna por establecimiento del proyecto, se ejecutarán programas de ahuyentamiento de fauna, rescate y reubicación, con lo que se espera reducir a 0 la mortandad de fauna, los programas de rescate y reubicación se mantendrán activos durante todo el periodo de vida útil del proyecto. Se concientizará a los trabajadores sobre la importancia de la fauna silvestre y se colocarán carteles prohibitivos para la caza, extracción, comercialización o consumo de individuos faunísticos, de igual manera las zonas en las que se establecerán obras de conservación de suelo y agua, así como zonas de reubicación de flora propiciarán áreas para el anidamiento, alimentación y congregación de fauna, por lo que no se modifica la calidad del sistema ambiental, donde sigue dominando la alta calidad.
Socioeconómico	El desarrollo del proyecto generará fuentes de empleo nuevas en la zona, de igual manera los contratistas de obra generarán el consumo de bienes y servicios en los alrededores del proyecto, por lo que el sistema ambiental se mantiene con dominancia de la calidad alta en el factor ambiental socioeconómico.

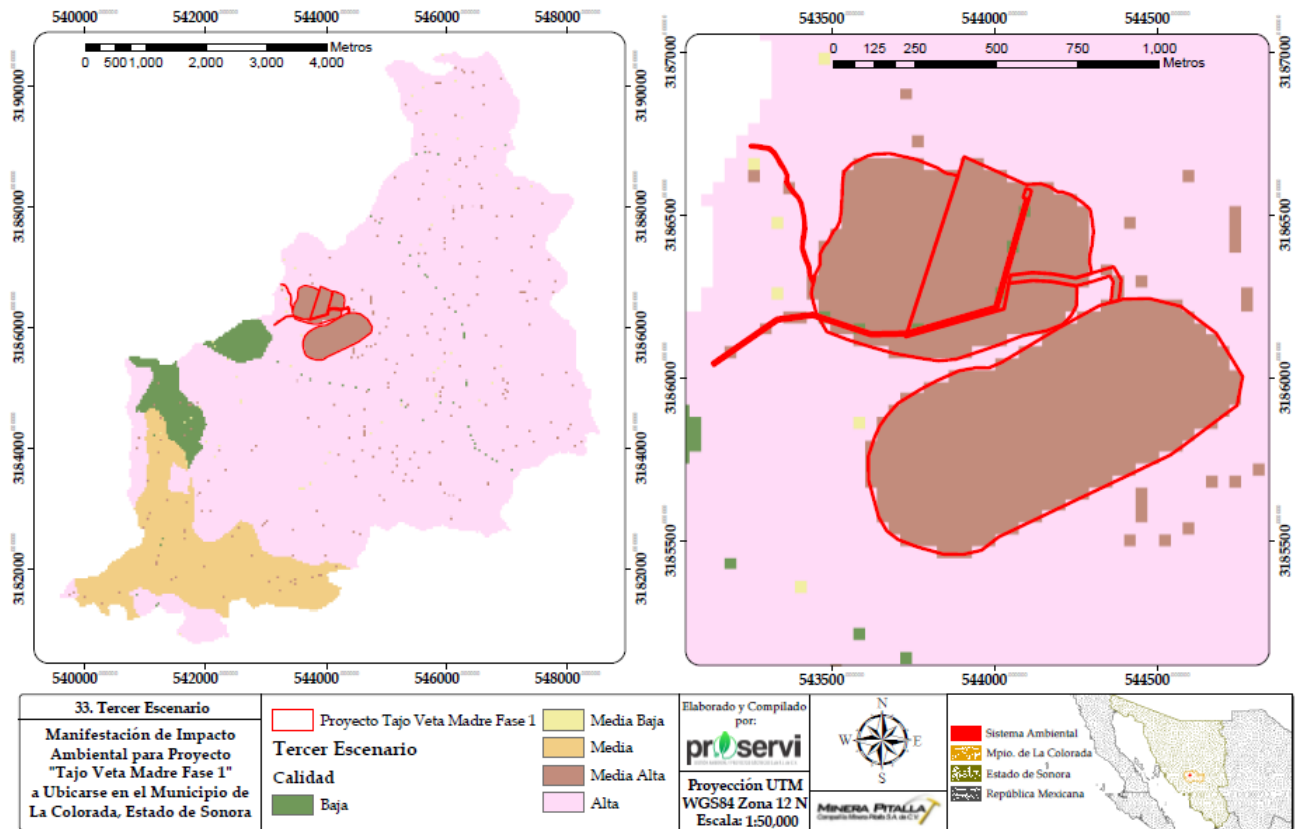


Figura VII. 3. Tercer Escenario con medidas de mitigación

Como se observa en la figura anterior, al integrar cada uno de los componentes del sistema ambiental, continua manteniendo una calidad ambiental alta como dominante, y se mejora la calidad del sistema ambiental por el establecimiento de medidas de compensación, que propician la infiltración del agua, la retención de suelo y proporcionan áreas de anidación, alimentación y congregación para la fauna. Como se observa en la figura el impacto generado por el establecimiento del proyecto no es significativo.

## VII.2. Programa de monitoreo

### VII.2.1 Introducción

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas y de las que se deriven de la autorización en materia de impacto ambiental y evitar que por el desarrollo del proyecto se afecten factores ambientales no previstos en el estudio de Manifiesto de Impacto Ambiental, se dará seguimiento a la

evolución de la aplicación de las medidas por medio del presente programa de supervisión ambiental.

Asimismo, en este programa se describe la metodología de supervisión y las acciones para dar respuesta a impactos no previstos por desviación de la aplicación de las mismas. El presente programa de supervisión se llevará a cabo durante el periodo total del desarrollo del proyecto.

### **VII.2.2. Objetivos**

- 1.- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas.
- 2.- Supervisar las medidas aplicadas para asegurar su éxito en el ambiente.
- 3.- Identificar y corregir las posibles desviaciones de la aplicación de las medidas y su efecto en el ambiente. Dar seguimiento al cumplimiento de las medidas planteadas en el presente documento y de las que se deriven de la autorización de este.

### **VII.2.3. Residuos Sólidos Domésticos y Residuos peligrosos**

#### **VII.2.3.1. Indicadores a supervisar**

- Permanencia de basura en el almacén temporal menor a tres días
- Comprobantes de envío a reciclaje o a disposición final
- Bitácora de manejo de residuos domésticos
- Ausencia de fauna nociva
- Permanencia de residuos peligrosos en almacén temporal menor a seis meses
- Comprobantes de embarque de residuos peligrosos
- Bitácora de ingreso de residuos peligrosos a almacén temporal

#### **VII.2.3.2. En caso de incumplimiento**

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

### **VII.2.3.3. Acciones preventivas o correctivas**

El supervisor ambiental, instará al director de obra a que se corrija la situación.

Asimismo, se exhortará al personal a que consulte y se apegue a lo establecido en el Reglamento de Protección Ambiental Interno, y cuando se renueve el personal y se imparta nuevamente el curso de educación ambiental, se hará énfasis en este aspecto (o en cualquier otro) donde se hayan notado deficiencias por parte del personal.

Si se observa una disposición inadecuada de cualquier tipo de desecho, el supervisor ambiental se encargará de que se realice la limpieza de la zona y de que se lleve a cabo correctamente la medida.

En caso de falta de registros en la bitácora se exigirá la actualización de la misma y se verificará diariamente.

### **VII.2.3.4. Documentos de entrega por el supervisor**

➤ Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente:

- El número de residuos generados (Kg)
- El número de disposiciones finales de residuos sólidos domésticos (deberá ser evidenciado con copias de los recibos emitidos por el relleno sanitario o basurero municipal)
- Resumen del ingreso de residuos peligrosos al almacén temporal
- Minuta de las faltas o ausencia de ellas durante el mes
- Anexo fotográfico

### **VII.2.4. Manejo de combustibles y grasas y lubricantes**

#### **VII.2.4.1. Indicadores a supervisar**

- Bitácora de manejo de combustibles y lubricantes



- Ausencia de suelos contaminados
- Anexo fotográfico

#### **VII.2.4.2. En caso de incumplimiento**

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

#### **VII.2.4.3. Acciones preventivas o correctivas**

Deberá de darse un mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria, evitando tirar lubricantes y grasas o aceites.

En caso de derrame, se podrá recoger el suelo contaminado, almacenarlo en tambos de 200 litros y destinarlo a una empresa autorizada para su manejo.

Efectuar cursos y pláticas al personal responsable del manejo de materiales y residuos peligrosos en donde se toque como tópico fundamental el manejo y control de este tipo de sustancias.

En caso de falta de registros en la bitácora se exigirá la actualización de la misma y se verificará diariamente.

#### **VII.2.4.4. Documentos de entrega por el supervisor**

➤ Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente:

- Resumen del ingreso de residuos peligrosos al almacén temporal
- Minuta de accidentes por derrame durante el mes
- Anexo fotográfico

## **VII.2.5. Señalamiento**

### **VII.2.5.1. Indicadores a supervisar**

Verificar la existencia de carteles en áreas aledañas a las zonas de trabajo y en áreas de trabajo

### **VII.2.5.2. En caso de incumplimiento**

En caso de detección de falta de algunas de las actividades establecidas en el Programa de Protección Ambiental se llamará la atención al personal encargado.

De presentarse la falta eventualmente se informará al director de obra, el cual asignará sanciones de acuerdo con el Reglamento Ambiental Interno.

### **VII.2.5.3. Acciones preventivas o correctivas**

Solicitud a la empresa de carteles.

Creación y colocación de carteles temporales

### **VII.2.5.4. Documentos de entrega por el supervisor**

- Reporte mensual en el que deberá contener lo siguiente;
- Número de carteles colocados con respecto a las restricciones de flora.
- Número de carteles colocados con respecto a las restricciones de fauna.
- Numero de señalamientos informativos de trabajos en ejecución.
- Anexo fotográfico.

### **VII.2.6. Actividades adicionales del supervisor**

Elaborar y entregar oficios de inicio y finiquito de proyecto a la delegación de SEMARNAT, con copia a PROFEPA.

- Desarrollar y proponer un reglamento de protección ambiental interno.
- Elaborar matrices de control para seguimiento de supervisión.

- Relacionar en cada uno de los reportes la condicionante del oficio de autorización con la medida aplicada.
- Elaborar e implementar un programa de educación ambiental dentro de las áreas de trabajo.
- Capacitación de la brigada ambiental para el establecimiento y ejecución de programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
- Previo al término del proyecto, consultar con director de obra la posibilidad de ocupación de las áreas de afectación para proyectos futuros. Elaborar para las áreas que no serán ocupadas un programa de restauración.
- Elaborar informe finiquito de la aplicación de las medidas de mitigación, en el mismo se deberá informar a la delegación de SEMARNAT con copia a PROFEPA las condiciones finales de las áreas de afectación.

## Capítulo VIII

<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>2</b>
VIII.1 Presentación de la información .....	2
VIII.1.1 Fotografías.....	2
VIII.2 Videos.....	2
VIII.3. Listados de flora y fauna .....	2
VIII.4 Otros anexos.....	6
VIII.4.1.....	6
<b>VIII.5 Glosario de términos.....</b>	<b>8</b>

### Índice de Tablas

Tabla VIII. 1. Listado de estrato arbóreo de sistema ambiental.....	2
Tabla VIII. 2. Listado de estrato arbustivo de sistema ambiental .....	2
Tabla VIII. 3. Listado de estrato herbáceo de sistema ambiental .....	3
Tabla VIII. 4. Listado de estrato cactáceo de sistema ambiental.....	3
Tabla VIII. 5. Mamíferos del sistema ambiental.....	5
Tabla VIII. 6. Aves del sistema ambiental.....	5
Tabla VIII. 7. Reptiles del sistema ambiental .....	5



## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

### VIII.1 Presentación de la información

#### VIII.1.1 Fotografías

En anexos 12 se adjuntan los catálogos de flora y fauna observados en el área del proyecto y en el sistema ambiental. Asimismo, en el anexo 13 se adjuntan sitios de muestreo realizados en el área del proyecto y en el sistema ambiental.

#### VIII.2 Videos

No aplica, no se tomaron videos

### VIII.3. Listados de flora y fauna

**Tabla VIII. 1.** Listado de estrato arbóreo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo de adán	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Arbórea	Pr	NE
Huinolo	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Copalillo	<i>Jatropha cordata</i>	Arbórea	Sin Estatus	NE
Papelillo	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	Arbórea	Sin Estatus	NE
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	Arbórea	Sin Estatus	NE
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Arbórea	Sin Estatus	NE
Palo brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	Arbórea	Sin Estatus	NE
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Arbórea	A	NE
Palo dulce	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray)	Arbórea	Sin Estatus	NE
Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Arbórea	Sin Estatus	NE
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Arbórea	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 2.** Listado de estrato arbustivo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Granjeno	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Sangregrado	<i>Jatropha cardiophylla</i> (Torr.)	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Tesota	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Vinorama	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Arbustiva	Sin Estatus	NE



Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Agrito	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Bachata	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A.Gray	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Wereque	<i>Iberovillea sonora</i> (S. Watson) Greene	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Tronadora	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Cenizo	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Papache	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	Arbustiva	Sin Estatus	NE
California	<i>Cottisia californica</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Vara blanca	<i>Croton sonora</i> Torr.	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Cacachila	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Mezquitillo	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE
Chaparro prieto	<i>Cassia occidentalis</i>	Arbustiva	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 3.** Listado de estrato herbáceo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Chuparrosa	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Lentejilla	<i>Desmodium neomexicanum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua repens</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Euragrostis internedia</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Sida	<i>Sida abutifolia</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Alacrancillo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Zacate	<i>Bouteloua diversispicula</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Cocoro	<i>Senna covesii</i> (A. Gray)	Herbácea	Sin Estatus	NE
Lupino	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Farolitos	<i>Cardiospermum corindum</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Pico de pájaro	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE
Cucaracha	<i>Mandevilla foliosa</i>	Herbácea	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 4.** Listado de estrato cactáceo de sistema ambiental

Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i> Engelm.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Cactácea	Sin Estatus	NE



Nombre Común	Nombre Científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
	(DC.)			
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.)	Cactácea	Sin Estatus	NE
Siviri	<i>Opuntia pubescens</i>	Cactácea	Sin Estatus	NE
Sina barbona	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.)	Cactácea	Sin Estatus	NE
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Pitaya sina	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Cactácea	Sin Estatus	NE
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	Cactácea	Sin Estatus	NE
Maguey	<i>Agave vivipara</i> L.	Cactácea	Sin Estatus	NE
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson)	Cactácea	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 5. Mamíferos del sistema ambiental**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Sin Estatus	NE
<i>Tayassuidae</i>	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	Sin Estatus	NE
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus</i>	Lince	Sin Estatus	NE
<i>Canidae</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Sin Estatus	NE
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus</i>	Lince	Sin Estatus	NE
<i>Mephitidae</i>	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	Sin Estatus	NE
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus alleni</i>	Liebre antílope	Sin Estatus	NE
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	Sin Estatus	NE
<i>Cricetidae</i>	<i>Neotoma sp.</i>	Rata de campo	Sin Estatus	NE
<i>Sciuridae</i>	<i>Ammospermophilus harris</i>	Ardilla del desierto, juancito	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 6. Aves del sistema ambiental**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Sin Estatus	NE
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin Estatus	NE
<i>Cathartidae</i>	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	Sin Estatus	NE
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca	Sin Estatus	NE
<i>Falconidae</i>	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Sin Estatus	NE
<i>Cardinalidae</i>	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	Sin Estatus	NE
<i>Cardinalidae</i>	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	Sin Estatus	NE
<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Sin Estatus	NE
<i>Mimidae</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Sin Estatus	NE
<i>Trochilidae</i>	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Sin Estatus	NE
<i>Caprimulgidae</i>	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras	Sin Estatus	NE
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano	Sin Estatus	NE

**Tabla VIII. 7. Reptiles del sistema ambiental**

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	Sin Estatus	NE
<i>Testudinidae</i>	<i>Gopherus morafkai</i>	Tortuga del desierto patona	Sin Estatus	NE
<i>Iguanidae</i>	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Porohui	Sin Estatus	NE
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón	Sin Estatus	NE
<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	Sin Estatus	NE
<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel tigre	Pr	NE





Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Teiidae	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Wico	Sin Estatus	NE
Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Culebra casera	Sin Estatus	NE
Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel	Pr	NE
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionera / Alicantre	A	NE

## VIII.4 Otros anexos

### VIII.4.1

#### Literatura consultada

- Alcérreca C., et al. 1988. Fauna Silvestre y Áreas Naturales Protegidas. Universo Veintiuno. México.
- Alden, P. 1969. Route 19: Alamos Sidetrip. Finding the Birds in Western Mexico. University of Arizona Press. Tucson.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver. 212pp.
- CITES. 1990. Apéndices I, II, III. to the Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. U.S. Fish and Wildlife Service, Interior.
- Conolly, 1981. Assessing populations. Pages 287 - 345 in O.C. Wallmor Ed. Mule and black tailed deer of North America. University of Nebraska. Press Lincoln.
- Cook and Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. Society for Range Management. Denver, Co.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. México.
- Hall, J.G. 1981. The mammals of north america. John Wiley and Sons New York.
- Hayne, D. W. 1949. An examination of the strip census method for estimating animal populations. Journal of Wildlife Management. 13: 145 - 157.
- Howell, S.N. y S. Webb. 1995. The Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University. Press. California. 851 p.



- HPS, 2001. Software STELLA version 7.0, Research, The systems Thinking. <http://www.hps-inc.com>.
- INEGI, 2012. XI Censo General de Población y Vivienda del Estado de Durango, (2012). Resultados definitivos, Tabulados básicos, Tomo I y II.- INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1985. Tabulados básicos. Información Básica de los Municipios de México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row Publ., New York. 654 pp.
- Lancin, R. , J. D. Nichols and K. H. Pollock. 1994. Estimating the number of animals in wildlife populations (Chapter 9). In Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. Ed. T. A. Bookhout The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Martínez M. 1987. Catálogo de nombres vulgares y científicos de Plantas mexicanas, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1247 pp.
- Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Nueva York, USA.
- Patton, D. R. 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem. Timber Press. Portland, Oregon.
- Peterson, R.J. y E.L. Chalif. 1976. A Field Guide to Mexican Birds. México, Guatemala, Belice (British, Honduras), El Salvador, Houghton Mifflin Co. Boston. 228 p.
- Robel, R.J., J.N. Briggs, A.D. Dayton y L. C. Hulbert. 1969. Relationships between visual obstruction measurements and weight of grassland vegetation. Technical Notes. 295 - 297.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Nacional de Medio Ambiente. 2001 - 2006.
- Society for Range Management. 1974. Glossary of terms used in range Management. 2<sup>nd</sup> Edition. Society for Range Management. Denver, Co.



Tyson, E. L. 1959. A drive vs. Track census. Translation North American Wildlife Natural Resource Conference. 24 : 457 - 464.

Water Resources Assessment Methodology (WRAM). 1997. Impact Assessment and Alternative Evaluation. Technical Report Y-77-1-Feb. Office Chief of Engineers, U.S. Army, Washington, D.C. (p. 22-25).

### VIII.5 Glosario de términos

- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
  - La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
  - La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
  - La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.



- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
  - **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
  - **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obra de infraestructura eléctrica y sus asociadas.
- **Absorción:** Un proceso para separar mezclas en sus constituyentes.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Acuífero (Acuífero):** Una zona subterránea de roca permeable saturada con agua bajo presión. Para aplicaciones de almacenamiento de gas o un acuífero necesitara estar formado por una capa permeable de roca en la parte inferior y una capa impermeable en la parte superior, con una cavidad para almacenamiento de gas.
- **Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacena aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- **Agua congénita:** Agua contenida en condiciones naturales en algunos yacimientos. Esta presente únicamente en la mezcla de crudo, agua y gas natural que sale de los pozos de extracción.
- **Agua freática:** Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas, y climatológicas de cada región de la superficie del agua se designa como nivel del agua freática.



- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodegradable (Biodegradable):** Material que puede ser descompuesto o sujeto a putrefacción por bacterias u otros agentes naturales.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambientales previstas.
- **Género:** Unidad sistemática de las clasificaciones por categorías taxonómicas, superior de la especie e inferior a la familia, cuyos individuos se asemejan entre sí por sus características morfológicas.



- **Especie:** La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que presentan características morfológicas, etológicas y fisiológicas similares, que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo requerimientos de hábitat semejantes.
- **Especie y subespecie endémica:** Es aquella especie o subespecie, cuya área de distribución natural se encuentra únicamente circunscrita a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.
- **Hábitat:** Es el sitio específico en un medio ambiente físico y su comunidad biótica, ocupado por un organismo, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo en particular.
- **Especie y subespecie en peligro de extinción:** Es una especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.
- **Especie y subespecie amenazada:** La que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.
- **Especie y subespecie sujeta a protección especial:** Aquélla sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.



- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
  - **Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutará la acción que produce el impacto.
  - **Revegetación:** Conjunto de actividades tendientes a restablecer la cubierta vegetal de un sitio en particular. En las prácticas de revegetación se pueden utilizar especies herbáceas y leñosas.
  - **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.



- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.
- **Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Superficie total:** Suma de la superficie por tramo.
- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.