



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

### **I.1 Proyecto**

#### **I.1.1 Nombre del Proyecto**

Construcción y Operación de una granja multiplicadora, en la Localidad de Xaya, Municipio de Tekax, Yucatán

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

El predio a desarrollar el proyecto se localiza dentro del municipio de Tekax, ubicado a 4 km de la comunidad de Xaya, a 7 km de la comunidad de Pencuyut.

El predio del proyecto se ubica dentro del polígono conformado por las coordenadas siguientes:

| <b>VÉRTICE</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   |
|----------------|-----------|------------|
| 1              | 268805.39 | 2244213.12 |
| 2              | 267869.52 | 2244682.59 |
| 3              | 268249.02 | 2245547.62 |
| 4              | 267899.39 | 2245699.85 |
| 5              | 267424.70 | 2244536.63 |
| 6              | 267511.29 | 2242862.20 |
| 7              | 268003.61 | 2242930.52 |

La línea de media tensión que abastecerá de energía eléctrica el proyecto se localiza, hacia el exterior del predio, dentro del polígono conformado por las siguientes coordenadas:



| VÉRTICE | X           | Y             |
|---------|-------------|---------------|
| 1       | 270,304.220 | 2,245,933.025 |
| 2       | 270,160.405 | 2,245,960.432 |
| 3       | 270,099.349 | 2,245,967.899 |
| 4       | 270,077.470 | 2,245,965.464 |
| 5       | 270,074.883 | 2,245,965.103 |
| 6       | 270,056.920 | 2,245,961.907 |
| 7       | 269,966.703 | 2,245,937.643 |
| 8       | 269,919.367 | 2,245,923.047 |
| 9       | 269,873.722 | 2,245,906.131 |
| 10      | 269,818.948 | 2,245,885.556 |
| 11      | 269,808.283 | 2,245,892.944 |
| 12      | 269,808.884 | 2,245,883.619 |
| 13      | 269,805.014 | 2,245,882.967 |
| 14      | 269,794.511 | 2,245,882.965 |
| 15      | 269,655.025 | 2,245,882.941 |
| 16      | 269,595.829 | 2,245,897.104 |
| 17      | 269,328.957 | 2,245,960.955 |
| 18      | 269,313.836 | 2,245,967.715 |
| 19      | 269,314.690 | 2,245,973.778 |



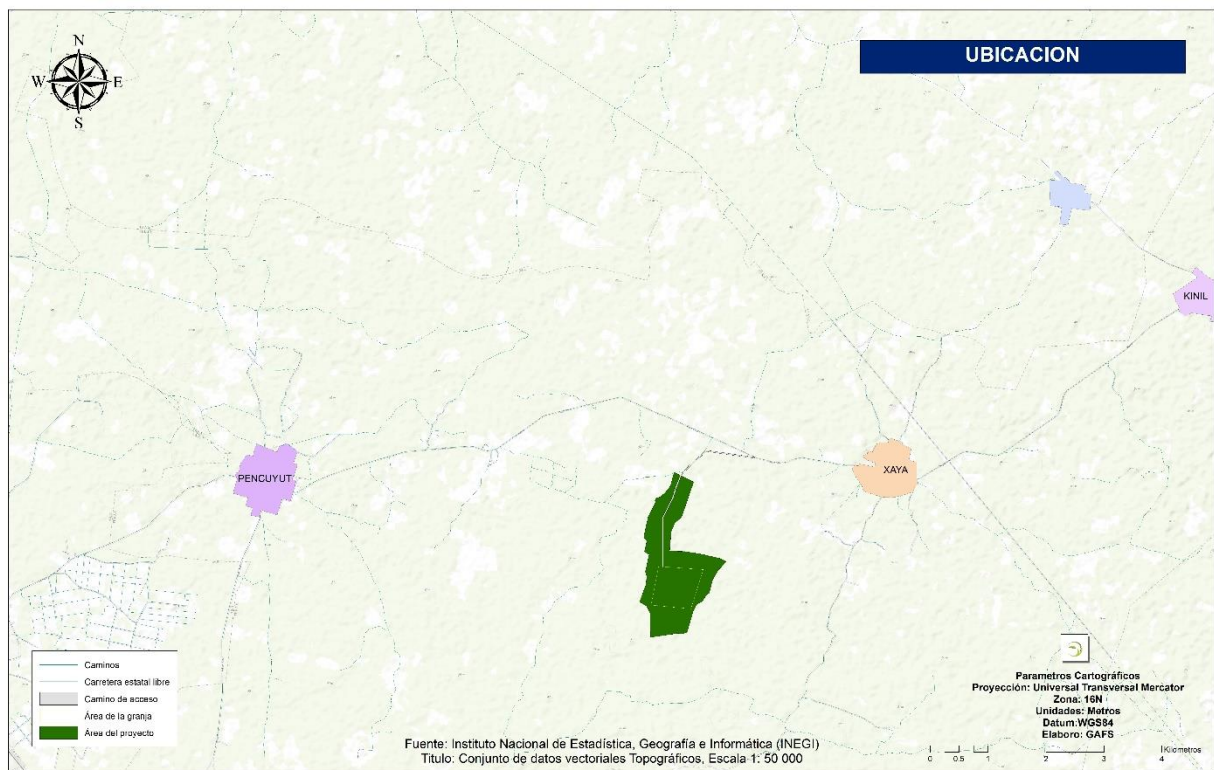
|    |             |               |
|----|-------------|---------------|
| 20 | 269,315.675 | 2,245,981.078 |
| 21 | 269,333.603 | 2,245,973.097 |
| 22 | 269,355.293 | 2,245,967.907 |
| 23 | 269,659.671 | 2,245,895.083 |
| 24 | 269,809.660 | 2,245,895.108 |
| 25 | 269,839.609 | 2,245,900.151 |
| 26 | 269,865.949 | 2,245,909.264 |
| 27 | 269,940.681 | 2,245,935.119 |
| 28 | 269,981.000 | 2,245,947.321 |
| 29 | 270,079.605 | 2,245,977.161 |
| 30 | 270,114.664 | 2,245,977.136 |
| 31 | 270,459.675 | 2,245,920.340 |
| 32 | 270,552.537 | 2,245,905.053 |
| 33 | 270,717.899 | 2,245,858.936 |
| 34 | 270,966.688 | 2,245,843.225 |
| 35 | 270,966.326 | 2,245,837.114 |
| 36 | 270,953.806 | 2,245,836.430 |
| 37 | 270,949.827 | 2,245,836.240 |
| 38 | 270,932.960 | 2,245,835.435 |
| 39 | 270,926.799 | 2,245,835.141 |
| 40 | 270,887.981 | 2,245,837.034 |



|    |             |               |
|----|-------------|---------------|
| 41 | 270,869.950 | 2,245,837.913 |
| 42 | 270,857.112 | 2,245,838.539 |
| 43 | 270,836.427 | 2,245,841.449 |
| 44 | 270,808.775 | 2,245,845.339 |
| 45 | 270,780.202 | 2,245,849.358 |
| 46 | 270,776.868 | 2,245,849.660 |
| 47 | 270,749.512 | 2,245,852.134 |
| 48 | 270,732.965 | 2,245,853.631 |
| 49 | 270,721.663 | 2,245,854.653 |
| 50 | 270,698.296 | 2,245,858.276 |
| 51 | 270,696.516 | 2,245,858.552 |
| 52 | 270,674.434 | 2,245,864.323 |
| 53 | 270,659.529 | 2,245,868.219 |
| 54 | 270,657.431 | 2,245,868.770 |
| 55 | 270,631.127 | 2,245,875.690 |
| 56 | 270,612.000 | 2,245,880.721 |
| 57 | 270,611.142 | 2,245,880.947 |
| 58 | 270,596.874 | 2,245,884.415 |
| 59 | 270,590.242 | 2,245,886.027 |
| 60 | 270,564.420 | 2,245,892.303 |
| 61 | 270,547.942 | 2,245,896.308 |



|    |             |               |
|----|-------------|---------------|
| 62 | 270,540.522 | 2,245,897.481 |
| 63 | 270,537.360 | 2,245,897.982 |
| 64 | 270,508.859 | 2,245,902.490 |
| 65 | 270,508.240 | 2,245,902.588 |
| 66 | 270,451.512 | 2,245,908.777 |



5

**Figura 1.** Ubicación del proyecto en el municipio de Tekax Yucatán.

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

30 años

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

En la sección de anexos se integra la documentación legal del proyecto.

**I.2 Promovente****I.2.1 Nombre o razón social**

Grupo Porcícola Mexicano SA de CV.

**I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente**

GPM980627BI7

**I.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

**I.2.4 Dirección del promovente**

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

**I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental****6****I.3.1 Nombre o razón social**

Luis Antonio Catzim cruz

**I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

CACL801130P4A

**I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

Biol. Luis Antonio Catzim Cruz

**I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

Calle 20 No. 102F. por 21 Colonia Yucatán. Mérida, Yucatán. México.



## **CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

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

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El proyecto consiste en la construcción y operación de una granja multiplicadora en la localidad de Xaya, municipio de Tekax, Yucatán, propiedad del Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V. (GPM), la cual tiene la finalidad de reproducir cerdos que serán destinados a sus granjas de crianza de cerdos de engorda, para el abastecimiento de productos cárnicos en el mercado nacional y de exportación; mejorando así el nivel de producción de cárnicos de GPM.

El proyecto pretende desarrollarse en un predio de 225.59 hectáreas, en el que ocupará una superficie total de 29.04 hectáreas que será desmontada previa autorización de Cambio de Uso de Suelo (CUS) por la SEMARNAT, en esta superficie se considera la granja, caminos, línea de electrificación, área de control de acceso y arco sanitario, y sistema de tratamiento de aguas residuales; además, se considera utilizar una superficie de 35 hectáreas como área de riego en vegetación forestal, la cual no será sujeta de CUS.

El complejo contara con dos incineradores para la mortalidad, con un PIT seco que será utilizado en caso de emergencia, cárcamos de bombeo para captación de aguas residuales de las granjas, un sistema de tratamiento con biodigestor y laguna de oxidación, silos de alimentos, tanques de gas L.P. También considera un edificio con oficinas y área de servicios sanitarios para el personal. En el perímetro de la granja se consideran rampas de entrada y salida de animales. El área de la granja, estará cercada por una malla ciclónica perimetralmente.

La granja multiplicadora considera un total de 10 naves, siendo 4 naves en la sección Sitio 2 y 6 naves en la sección Sitio 3, para una capacidad total de 32,640 animales.

La construcción se realizará en dos etapas:



**Primera etapa.** Se realizará en un periodo de 14 meses aproximadamente. Se habilitarán tres naves sitio 3 y 2 naves sitio 2, para una capacidad total de 16,320 animales.

**Segunda etapa.** Se realizará en un periodo de 10 meses aproximadamente para una capacidad de 16,320 animales.

Siendo así necesario un total de 2 años aproximadamente para finalizar la construcción de la granja, periodo de tiempo considerado a partir de la obtención de los permisos inherentes para la realización del proyecto.

La primera etapa contemplará a grandes rasgos, toda la infraestructura de servicios para el total del proyecto, es decir en esta etapa, quedan construidos y habilitados el camino de acceso, camino perimetral granja, dos chutes de carga/descarga, oficina de granja, sala de máquinas, sistema de respaldo, bombas de pozo profundo, dotación de energía eléctrica en media y baja tensión, biodigestor y laguna de oxidación.

Durante estas etapas de construcción y para la operación del proyecto, se contempla la adopción de medidas de mitigación que evitaren o minimizaran posibles impactos al ambiente.

## **II.1.2 Selección del sitio**

Por su ubicación, colindante al este con el municipio de Tzucacab; al noreste con Cantamayec y Tixmehuac; al noroeste Akil y Maní; al norte Teabo; al oeste Oxkutzcab; al suroeste Hopelchén, en Campeche, y al sureste José María Morelos (perteneciente al estado de Quintana Roo) y por la presencia de pequeñas localidades aledañas al mismo, el sitio del proyecto supone una mayor facilidad para la contratación de personal de los municipios y localidades aledaños, con lo cual generará empleos directos e indirectos, así como derrama económica en la zona. Como se ha mencionado, esto es de mayor relevancia debido a la precariedad económica de las localidades aledañas, contribuyendo así a la generación de fuentes de empleos e ingresos económicos para los pobladores de la zona.





Así mismo, la ubicación privilegiada del sitio del proyecto, cuya orografía es poco accidentada y, por supuesto, la cercanía de la carretera Federal 184 Mérida – Felipe Carrillo Puerto, representan atributos de gran ventaja logística, de abastecimiento y comunicaciones e incluso de carácter económico para el proyecto.

Durante el proceso de selección del sitio para la realización del proyecto, se contemplaron diversos estudios y análisis, siendo estos de carácter:

**Económico:** Corrida financiera del proyecto y análisis del precio de compraventa del terreno.

**Legal:** Verificación de la documentación de propiedad del terreno; verificación de las escrituras de propiedad; verificación ante el Registro Agrario Nacional.

**Técnico:** LIDAR y levantamientos topográficos, Factibilidad urbana ambiental, prospecciones de flora y fauna, estudios viales.

**3**

Las características naturales y socioeconómicas de la zona, la situación legal del predio, así como la proposición y adopción de medidas de mitigación, permiten vislumbrar la viabilidad del proyecto y su integración al entorno natural y socioeconómico del sitio y sus alrededores.

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

El 100% del predio de 225.59 hectáreas se encuentra en la zona de producción clasificada como terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja, debe considerarse que la superficie a ocupar por el proyecto es únicamente de 29.04 hectáreas equivalentes al 12.86% del total del predio.

#### **Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.**

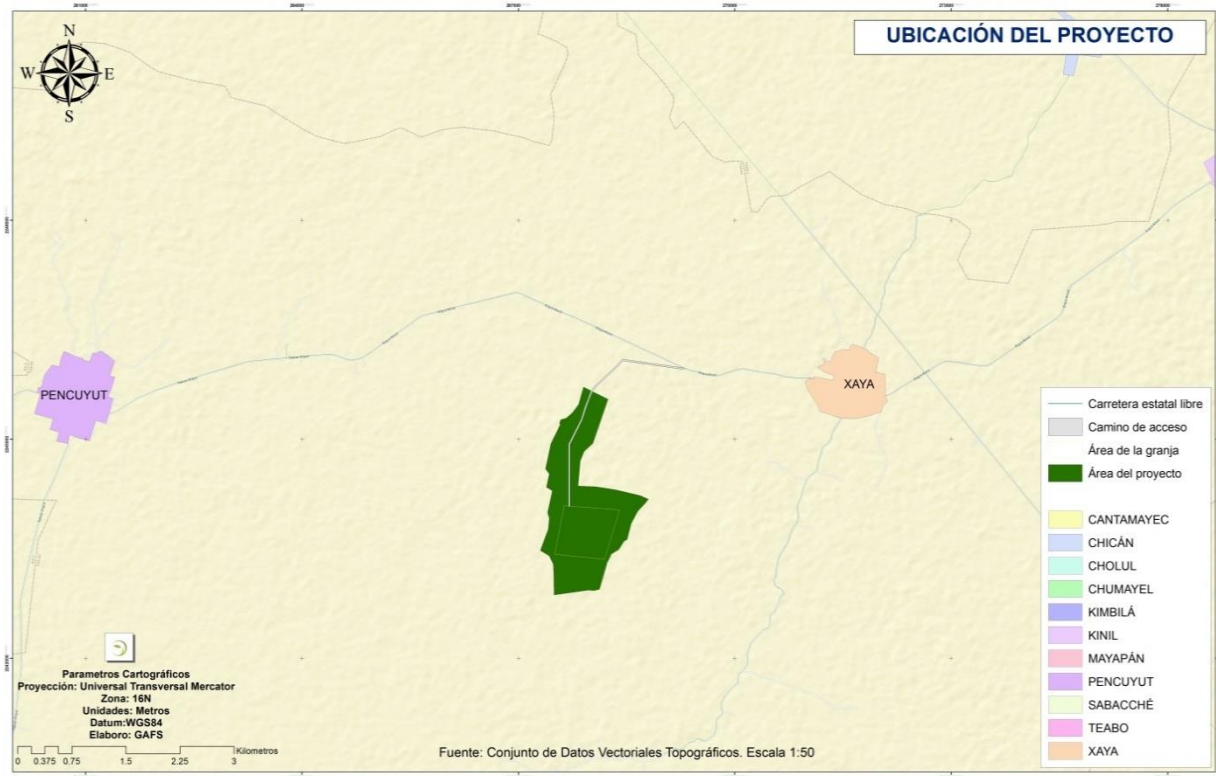
La vía que conduce a la localidad de Xaya es la carretera Federal MEX 184 Mérida – Felipe Carrillo Puerto, desviándose al lado derecho en el kilómetro 99.5 para ingresar por la



carretera Estatal 18 Tramo Xaya – Pencuyut. El acceso al sitio del proyecto se ubica aproximadamente a 4 kilómetros de la localidad de Xaya.

Anexo al presente estudio se presenta un mapa de ubicación del sitio del proyecto.

**Figura 1.** Ubicación del sitio del proyecto.



4

## **II.1.4 Inversión requerida**

La inversión total requerida para la granja multiplicadora es de \$191,811,263 00/100 M.N.

### **Costo de la infraestructura**

\$178,897,948 00/100 M.N.

### **Costo de las medidas de prevención y mitigación.**

\$12,913,315 00/100 M.N.



### Costo del mantenimiento y ampliaciones futuras.

En la inversión requerida no se incluyen los gastos de operación y mantenimiento de la granja multiplicadora.

### II.1.5 Dimensiones del proyecto

**Tabla 1.** Cuadro de áreas del proyecto.

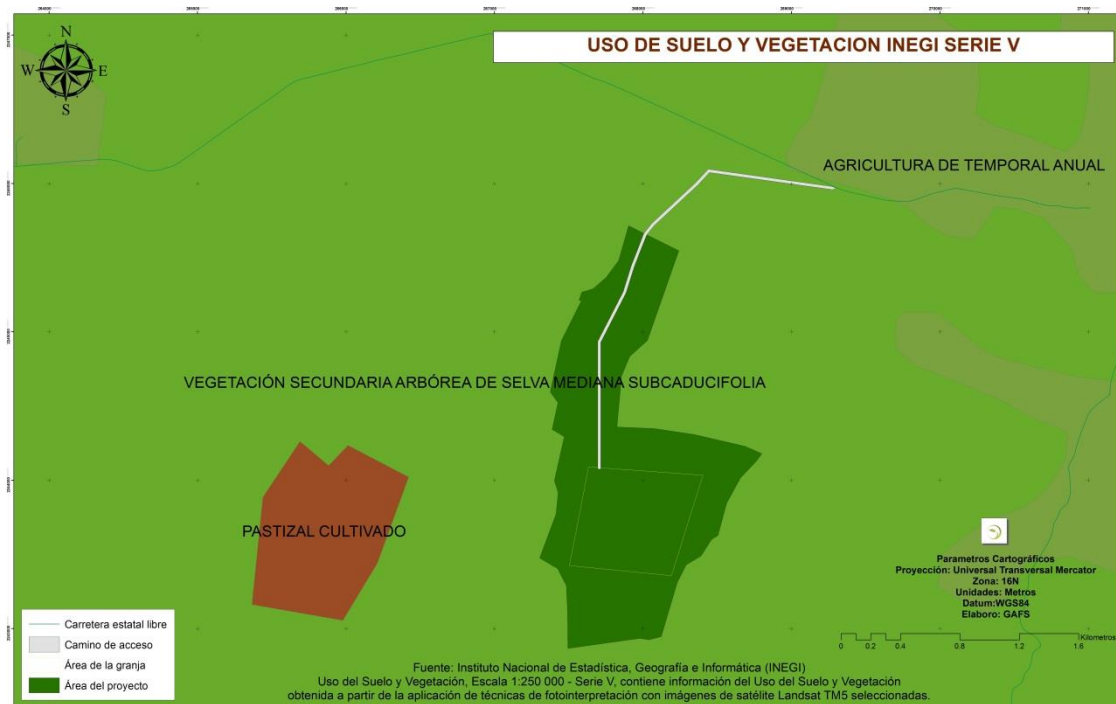
| CONCEPTO                                                           | SUPERFICIE (Ha) | PORCENTAJE    |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|
| Granjas                                                            | 7.90            | 3.53%         |
| Camino Perimetral                                                  | 4.20            | 1.86%         |
| Caminos de Acceso                                                  | 7.50            | 3.30%         |
| Línea de electrificación                                           | 2.98            | 1.32%         |
| Sistema de tratamiento de aguas residuales                         | 6.43            | 2.85%         |
| Área de control de acceso y arco sanitario                         | 0.031           | 0.0%          |
| <b>Superficie de ocupación con infraestructura e instalaciones</b> | <b>29.04</b>    | <b>12.86%</b> |
| Área de riego                                                      | 35.00           | 15.51%        |
| <b>Área intervenida total</b>                                      | <b>64.04</b>    | <b>28.37%</b> |
| Área Intervenida                                                   | 64.04           | 28.37%        |
| Vegetación nativa y otros usos futuros.                            | 161.55          | 61.63%        |
| <b>SUPERFICIE TOTAL</b>                                            | <b>225.59</b>   | <b>100.0%</b> |
|                                                                    |                 |               |
| Línea Media Tención (Exterior del Predio)                          | <b>0.51</b>     | <b>100.0%</b> |

### II.1.6 Uso actual de suelo

Actualmente el predio tiene un uso de suelo considerado como vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia, como lo señala la cartografía de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI anexa al presente estudio.



**Figura 2.** Carta de usos del suelo y vegetación serie V (INEGI).



6

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

El predio del proyecto se encuentra en la región sur del estado, en el territorio del municipio de Tekax, ubicado entre los paralelos 19°32' y 20°19' latitud norte y los meridianos 89°09' y 89°39' de longitud oeste.

Ocupa una superficie de 2,776.489 Km<sup>2</sup>, colinda al este con el municipio de Tzucacab; al noreste con Cantamayec y Tixmehuac; al noroeste Akil y Maní; al norte Teabo; al oeste Oxkutzcab; al suroeste Hopelchén (perteneciente al estado de Campeche, y al sureste José María Morelos (perteneciente al estado de Quintana Roo), cuenta con 70 pequeñas localidades y una población total de 40,547 habitantes (2010).

El municipio cuenta con diferentes servicios e infraestructura para atender las necesidades básicas de la población, como son:



**Infraestructura educativa.** Consistente en planteles de nivel preescolar, primaria, secundaria y bachillerato.

**Infraestructura de salud.** Consistente en unidades médicas de consulta externa y una unidad de hospitalización.

**Servicios públicos.** Consistentes en energía eléctrica con poco más del 90% de cobertura, agua entubada con poco más del 87% de cobertura y drenaje en las localidades urbanizadas con poco más del 41% de cobertura.

**Medios de comunicación.** Cuenta con servicios de telefonía, internet y agencias postales.

**Vías de comunicación.** Consistentes en poco más de 372 kilómetros de red carretera en su territorio municipal, compuesta por carreteras pavimentadas. Así como la cercanía de una carretera federal.

El municipio cuenta con línea de distribución eléctrica perteneciente a la red de la Comisión Nacional de Electricidad.

Existe servicio de transporte público en la zona. La extensa red carretera representa la facilidad de contar con el servicio de empresas recolectoras de residuos sólidos y líquidos, entre otras prestadoras de servicios especializados. En el municipio existen otras empresas del giro de la manufactura, las cuales se encuentran funcionando desde tiempo atrás.

Así mismo, cuenta con una población económicamente activa (PEA) asciende a 15,533 personas, de las cuales 15,264 se encuentran ocupadas, principalmente en el sector de actividad primaria (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, caza), seguido por el sector secundario (principalmente en la industria manufacturera).

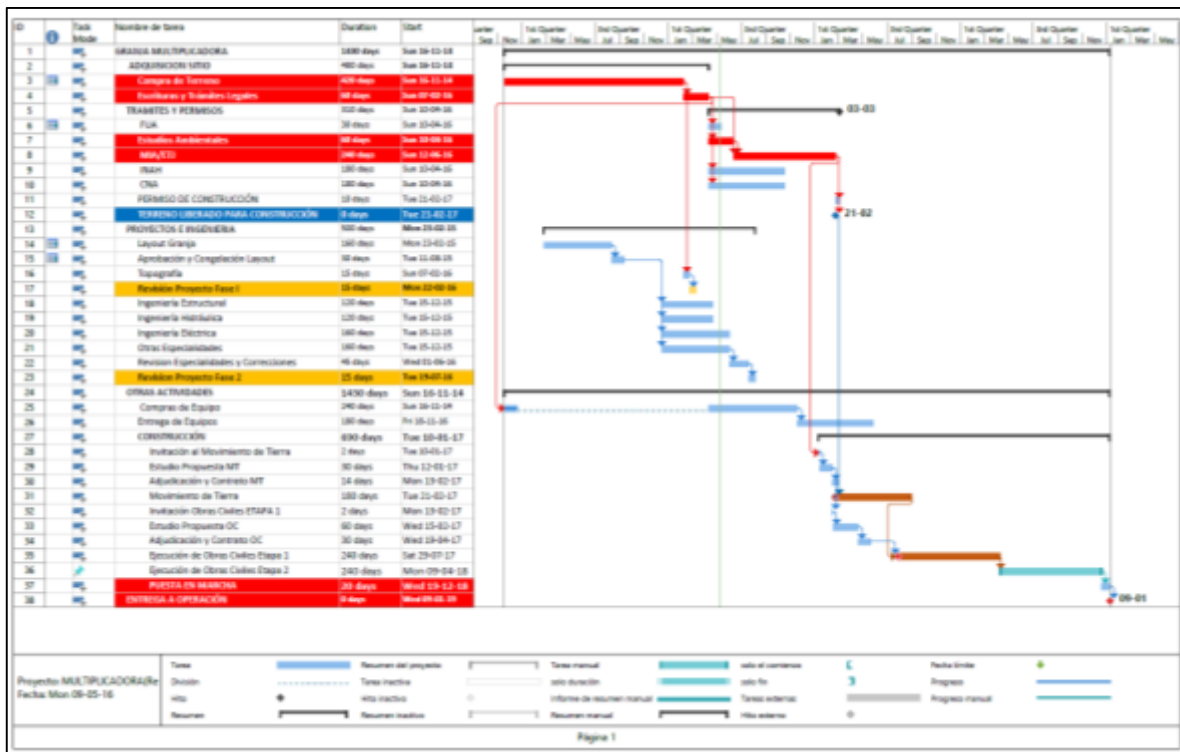
## **II.2 Características particulares del proyecto**

### **II.2.1 Programa general de trabajo**

Se anexa al presente estudio el diagrama de Gantt del programa general de trabajo para la realización del proyecto:



**Figura 3.** Diagrama de Gantt del programa general de trabajo del proyecto.



### II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

Para la realización del proyecto, se contemplaron diversos estudios y análisis para la selección del sitio, siendo estos de carácter:

**Económico:** Corrida financiera del proyecto y análisis del precio de compraventa del terreno.

**Legal:** Verificación de la documentación de propiedad del terreno; verificación de las escrituras de propiedad; verificación ante el Registro Agrario Nacional.

**Técnico:** LIDAR y levantamientos topográficos, Factibilidad urbana ambiental, prospecciones de flora y fauna, estudios viales.

Los estudios efectuados en campo para la realización del presente estudio consisten en estudios de flora y fauna para la generación de datos necesarios para la elaboración del



capítulo 4 del presente estudio. Previamente se realizó un dictamen forestal para determinar la vegetación del sitio.

## **II. 2. 2 Preparación del sitio.**

### **Desmontes, Despalmes.**

La actividad consiste en la eliminación general de la cobertura vegetal por medio del desmonte y despálme, así como el nivelado y relleno de las áreas que se verán sujetas al cambio de uso de suelo, para ser ocupadas con infraestructura e instalaciones. Se nivelarán y trazarán en las diferentes zonas los módulos de edificios y caminos para definir los bancos de nivel, ejes de trazo y referencias generales y locales de cada zona.

En los planos anexos al presente estudio se señalan las áreas que serán ocupadas con infraestructura e instalaciones, las cuales son pretendidas de desmontar.

El 100% del predio de 225.59 hectáreas se encuentra en una zona considerada como de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, según la cartografía de usos de suelo y vegetación serie V del INEGI; debe considerarse que la superficie a ocupar por el proyecto es únicamente de 29.04 hectáreas equivalentes al 12.86% del total del predio.

La superficie total que será afectada por el presente proyecto es de 29.04 hectáreas (12.86% del total del predio), adicionalmente se pretende designar una superficie de 35 hectáreas (15.51% del total del predio) para riego en vegetación forestal dentro del predio.

A continuación se describen las técnicas a emplear para la realización de los trabajos de esta etapa del proyecto:

#### **a. Desmonte.**

El objetivo de realizar el desmonte es dejar la superficie libre de material vegetal para recibir el material de aporte para la construcción de las terracerías, terraplenes y demás obras del proyecto, y comprende la tala, roza, desenraice, limpia y disposición final del material vegetal existente.



Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8, el cual es capaz de remover la capa vegetal desde la raíz, además de también servir para darle un grado de compactación y acomodo al material pétreo en el terreno natural. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual (machetes y hachas) para realizar el desmonte fino. El equipo y mano de obra que se utilice para el desmonte, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido.

Los residuos vegetales, piedras y tierra generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, hasta su disposición final. Las piedras obtenidas de esta manera podrán servir para las actividades posteriores de cimentación. Los residuos productos del desmonte que no sean utilizados para otros fines constructivos dentro del área, se cargarán y transportarán al área donde serán utilizados como mejorador de suelos, en vehículos adecuados y protegidos con lona.

La actividad de desmonte se limitará a las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación de la obra respectiva, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio. Así mismo, el desmonte se realizará de forma paulatina, permitiendo que la fauna vaya desplazándose a otras zonas.

#### **b. Despalme.**

Se despalmará el sitio de los cortes y el área del desplante de los terraplenes hasta una profundidad de 30 cm, desalojando toda la capa superficial del terreno natural para eliminar el material que se considere inadecuado para la construcción de las terracerías y demás áreas de construcción del proyecto.

El espesor o la profundidad del despálme serán variables dependiendo primordialmente de las condiciones del terreno. De manera general, el tipo de suelo del predio y las condiciones orográficas del mismo presentan un perfil bastante regular, por lo que se





espera no tener cortes importantes, ni material de recuperación de estos para la formación de terraplenes.

El equipo que se utilice para el despalme será el adecuado para obtener la calidad especificada y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido.

El producto del despalme que no se aprovechará en el arroyo de los taludes de los terraplenes, se cargará y transportará en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lona hasta el área donde será utilizado como mejorador de suelos.

### **Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones.**

En términos generales, las excavaciones se realizarán con ayuda de retroexcavadora sobre el suelo tipo B (incompresibles y deleznales) o C (incompresibles y no deleznales). En el caso del suelo tipo A (compresibles) se utilizarán picos y palas para desalojar el material. El proceso para realizar los rellenos será en base al acamellonamiento del material traído de fuera o de la propia obra en camiones de volteo; luego es tendido por una motoconformadora, con la cual el material toma un nivel y una textura preliminar que finalmente es compactado con una vibrocompactadora "tándem" con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadoras y vibrocompactadora.

Se realizarán excavaciones en la etapa de construcción para la cimentación de las instalaciones de la granja, biodigestor y laguna, las obras para la canalización de las aguas residuales y para los drenajes pluviales en vialidades. El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones. La terracería para nivelación de vialidades y plataformas se realizará con material pétreo de banco, extendido y compactado con maquinaria pesada. Este material de banco será adquirido de bancos de material autorizados por parte de la empresa constructora. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio sólo los volúmenes requeridos.

**Cortes.**

No se realizarán cortes en el área del proyecto.

**Rellenos**

Para la realización de rellenos se privilegiará la técnica de cortar y rellenar, es decir se utilizará una cota media, 28.0 snmm, de tal manera que lo que esté sobre esta altura se cortará con retroexcavadoras. El material grueso resultante, servirá para rellenar las zonas bajas, es decir inferiores a la cota señalada (sub-rasante). Esto permitirá una economía en material y poder prescindir de bancos de material para los rellenos gruesos. Se estima que se moverá un volumen de unos 40,000 m<sup>3</sup> de material grueso para rellenos de plataformas. Sobre el material de la sub-rasante se construirán capas de sub-base y base con un material de banco de granulometría inferior.

El volumen de material necesario para los rellenos finos será de aproximadamente 28,000 m<sup>3</sup>, tipo sahcab, el cual será adquirido a bancos autorizados.

El material para los rellenos se transportará en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lona hasta el área donde será utilizado.

El material de banco será proporcionado por la empresa constructora que realizará las obras del proyecto, la cual deberá comprar estos suministros con distribuidores autorizados o, en caso de tener bancos de materiales propios, tramitar o mantener vigente las autorizaciones de impacto ambiental para su explotación.

**Terracerías de acceso.** Una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme en el trazo de la terracería de acceso, se realizará la conformación de terraplenes empleando maquinaria pesada, este terraplén dependerá del trazo del camino y se utilizará material producto de los cortes del camino y/o material de banco; este terraplén será conformando dispersando el material en el trazo del camino que posteriormente será extendido por un tractor D-6 hasta llegar a un nivel de 15 cm abajo del nivel final del proyecto. Posteriormente se realizará la construcción de la capa sub-rasante de 15 cm. de espesor utilizando para ello material de banco (sahcab) disgregado a tamaño máximo de 75 mm.



(3"), este material deberá cumplir con las especificaciones y normas de construcción. El material que se utilizará para la capa sub-rasante será compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo AASHTO estándar, para lograr una conformación adecuada del camino.

La terracería o terraplén se emplea para nivelar el tramo del camino y para darle una mayor resistencia, utilizando material de banco extendido y compactado con maquinaria pesada (motoconformadora y compactador tandem de rodillos).

El trazo de todo el camino se efectuará empleando equipos de nivelación y topografía antes de su relleno y compactación. El terraplén se irá humedeciendo con una pipa de riego en cada etapa hasta alcanzar la compactación requerida.

**Área de granja y biodigestor.** El área de afectación será limpiada de tierra y piedras, realizando un despalde. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos es un tractor de orugas y/o traseado. Una vez realizados estos trabajos se procede a realizar el despalde del sitio de los cortes y/o el área del despalte de los terraplenes hasta una profundidad de 20 cm valor estándar considerado para la capa vegetal, desalojando la capa superficial del suelo natural, eliminando el material inadecuado para que esto pueda ser la base para la construcción de la granja y biodigestor.

#### **Área de riego.**

El sitio presenta una cubierta arbolada que se pretende aprovechar como área de riego, por lo que la preparación del terreno para el área de riego podrá realizarse de manera manual "chaponeando" la vegetación más delgada promoviendo su incorporación al suelo.

### **II. 2. 3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto .**

No se realizarán obras provisionales al proyecto.

### **II. 2. 4 Etapa de construcción .**

La construcción de la granja comprenderá en general las siguientes:

#### **A. Granja e instalaciones complementarias.**



- a) Trabajos preliminares.** Los trabajos preliminares consistirán en la implementación de casetas de control, bodegas y el establecimiento de las oficinas de obra, conjuntamente con las instalaciones de los servicios provisionales de sanitarios, energía eléctrica, suministros de agua y disposición de aguas residuales. En esta etapa también se decidirá la ubicación de las bodegas de suministros, área para acopio de contenedores, así como la ubicación del centro o centros de acopio temporal de basura, cascajos y escombros, lo que evitará que estos residuos se depositen sobre la vegetación aledaña al sitio donde se estará trabajando o en áreas no adecuadas para este fin.

Se nivelarán y trazarán en las diferentes zonas los módulos de edificios y caminos para definir los bancos de nivel, ejes de trazo y referencias generales y locales de cada zona.

- b) Excavaciones y cimentación.** Una vez recibidas las plataformas de las diferentes zonas, se iniciarán las excavaciones para los diferentes tipos de cimentaciones, zapatas corridas, aisladas y mamposterías, así como las excavaciones para las diferentes instalaciones interiores que así lo requieran, tales como las zanjas para los alimentadores generales de la red sanitaria hidráulica y eléctrica que sean subterráneas en cada zona.

Seguidamente se colocarán las plantillas de los diferentes elementos a los niveles requeridos para que posteriormente se puedan ejecutar las cimentaciones de cada zona. Al terminar las cimentaciones, se procederá a los rellenos y compactaciones de los mismos para dejar el terreno con los niveles requeridos para los pisos según la zona de cada área.

Las naves serán construcciones levantadas sobre plataformas de terracería compactada con un distanciamiento entre ellas de aproximadamente 20 metros. Sobre estas plataformas se construirán las cimentaciones, fosas de drenaje, slats y pisos utilizando concreto hidráulico. El cuerpo del edificio consiste en estructuras metálicas, Viga tipo I y polín montén galvanizadas por inmersión en caliente, con cubierta metálica a base de lámina de acero galvanizado y aislación con poliuretano espolvoreado. Los muros de los edificios son sólidos con block de concreto. En el área donde estará esta granja se



habilitarán de igual forma drenes, pozos pluviales y de aprovechamiento, así como fosas de acumulación de aguas residuales productos de la limpieza de los módulos.

- c) Preparaciones para instalación de equipos.** Antes de finalizar con las cimentaciones y al inicio de las instalaciones de las estructuras, se colocarán las diferentes preparaciones para las fijaciones de los equipos, corrales, comederos, slats, etc.
- d) Estructuras metálicas y de concreto.** Al término de la cimentación, se iniciará la colocación de las estructuras metálicas para ensamblar marcos rígidos de las diferentes naves. Conjuntamente con la colocación de las estructuras metálicas, se iniciará con los trabajos de las estructuras de concreto para confinar y delimitar las naves conforme avanza la estructura metálica.

En las áreas que carezcan de estructuras metálicas se iniciarán las estructuras de concreto, inmediatamente después de haber terminado la cimentación.

**15**

En esta etapa también se colocarán los bajantes, alimentadores y columnas hidrosanitarias y las tuberías empotradas en los muros de las diferentes áreas.

- e) Techumbres y losas.** Una vez concluida la etapa anterior, se procederá a colocar las techumbres de las diferentes zonas, ya sean de lámina o de concreto con vigueta y bovedilla. Durante la colocación de las techumbres y losas, se instalarán las coladeras y se conectarán los canalones pluviales de las techumbres, así como los diferentes alimentadores de los equipos que se ubiquen en las azoteas.
- f) Pisos y acabados.** Al finalizar con las techumbres se instalarán los SLATS de concreto, se tenderán los firmes y se les dará acabado a los pisos, muros y losas. Dentro de esta etapa se contempla la aplicación de pintura en muros de concreto o estructuras metálicas que así lo requieran.



- g) Equipamiento.** Los equipamientos interiores, estarán compuestos por los corrales metálicos, comederos de Acero Inoxidable, Sistemas de Transporte de Alimento, Ventiladores de recirculación de Aire, Paneles Húmedos, Extractores de Aire Chore Time o similar, Bebederos de chupón tipo Monoflow.
- h) Cerco perimetral.** Se utilizará malla ciclónica galvanizada calibre 13 abertura 55 reforzada en lado superior, inferior y centro con alambre galvanizado calibre 12.5. La malla irá ahogada en concreto en su parte inferior. Se colocarán 3 corridas de alambre de púas corcel III en costado superior. Todo el predio se delimitará con 3 hilos de alambre colocado en postes de madera para delimitar el predio y para impedir el paso de ganado que pudiese encontrarse en algún predio cercano.

### **B. Sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión.**

El proyecto contempla la construcción de un sistema para el tratamiento por biodigestión de las aguas residuales producidas en la granja y área de control de acceso y arco sanitario, las cuales serán generadas en la operación del sitio. Básicamente, el sistema de tratamiento consta de los siguientes componentes: Biodigestor, clarificador o separador de sólidos, laguna de oxidación y un sistema de cloración. Finalmente, las aguas tratadas son enviadas área de riego designada para tal fin.

Así mismo, contara con lecho o cancha de secado de lodos, para sacar del sistema los lodos estabilizados que se generen en el biodigestor separándolos físicamente por decantación los sólidos sedimentados en el estanque sedimentador.

El sistema constructivo por los trabajos y obras civiles que competen a la realización de este sistema de tratamiento de aguas residuales, contemplan las siguientes actividades:

- a) Trabajos preliminares y excavaciones.** Una vez recibidas las plataformas, se iniciarán con las excavaciones para los diferentes tipos de instalaciones, cimentaciones para Mixer y las



excavaciones para las diferentes instalaciones exteriores que así lo requieran, tal como las zanjas de anclaje para liner, para los alimentadores generales de la red sanitaria hidráulica y eléctrica.

- b) Cimentaciones.** Se colocarán las plantillas de los diferentes elementos a los niveles requeridos para que posteriormente se puedan ejecutar las cimentaciones de cada área. Al terminar con las cimentaciones, se procederá a los rellenos y compactaciones de los mismos para dejar el terreno en los niveles requeridos para los pisos, además de colocar las tuberías hidrosanitarias y eléctricas que sean subterráneas.
- c) Sellos e impermeabilizaciones.** Se impermeabilizará la zona del biodigestor y de la laguna de acumulación utilizando liner de 1.5mmel cual se anclara en la parte superior de los muros, corona, mediante una excavación perimetral, que se rellenará con suelo cemento. Los liner a utilizar serán una geomembrana de 1.5 mm, de HDPE, la cual se instalara en base y muros del digestor. Así mismo para evitar daños a la membrana, se instalara un geotextil no tejido de 200gr/m2 en los taludes.

En la laguna se instalará una geomembrana de 1.0m de HDPE. En la zona plana de las lagunas sólo se considera la colocación de la geomembrana de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), previa compactación y retiro de cualquier elemento que pueda dañarlo.

- d) Cubierta o Cover.** La cubierta de HDPE de 1,5mm de espesor, se colocará deslizando la geomembrana sobre los muros del biodigestor y sobre la superficie de agua contenida en el área preparada según especificaciones del paso anterior. La instalación de esta cubierta deberá sellarse al 100% contra el resto del biodigestor, de manera que después de la instalación, no se presente ninguna fuga de biogás.

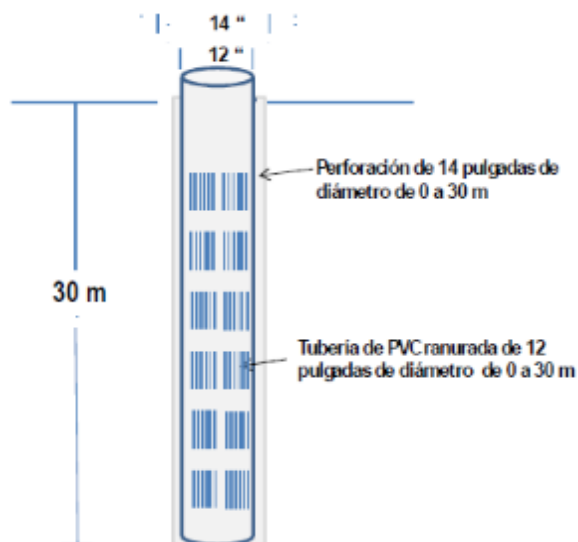


- e) **Pipping de agua.** Se instalará el sistema de tuberías de HDPE para la conducción de líquidos a los diferentes componentes del sistema (biodigestor, sedimentador, laguna y riego).
- f) **Pipping de gas.** Este sistema de tuberías de PVC se utiliza únicamente en el biodigestor para la conducción de gas desde el interior hacia los quemadores o flama.
- g) **Montaje eléctrico y mecánico.** En el montaje eléctrico se harán todos los tendidos de tuberías y cableados eléctricos de alimentación, así como las mallas de tierras físicas y la conexión de tableros y pruebas de puesta en marcha. Así mismo, aquí se considera el montaje de los equipos y componentes mecánicos del sistema de tratamiento, se instalarán los mixer, la flama y sus conexiones, se colocarán las bombas de riego, aspersores y medidores de flujo.
- h) **Pozos de extracción.** Aun no se tiene definida la cantidad y ubicación de los pozos de extracción que serán necesarios para tener acceso al agua en el sitio del proyecto, lo cual será definido según las necesidades del mismo. Sin embargo, a continuación se presenta una imagen del diseño final de un pozo de extracción de agua dulce:





**Figura 4.** Diseño final de pozo de extracción de agua dulce.



El proceso constructivo de los pozos de extracción se inicia con la perforación exploratoria en 10" de diámetro hasta la profundidad necesaria, posteriormente se realiza la ampliación hasta un diámetro 14" hasta los mismos, se instala el ademe del pozo mediante la introducción de tubería de PVC ranurada cedula 10 de 12" de diámetro hasta la profundidad necesaria. Finalmente se coloca un sello sanitario en los primeros metros a partir del nivel del terreno.

Para la evaluación hidráulica del pozo, este será probado mediante bombeo continuo a caudal constante denominado desarrollo de pozo y prueba escalonada a caudal variable para determinar las propiedades hidráulicas del acuífero y definir así su régimen de operación

No obstante, el diseño de estos pozos deberá ser realizado cuando sea efectuada la perforación y prueba del mismo acorde a lo planteado en lo contenido en el presente capítulo



## **II. 2. 5 Etapa de operación y mantenimiento.**

A continuación, se describe el proceso general de la operación de la granja:

### **Proceso general.**

Los animales que ingresarán a las granjas serán hembras de Remplazo para las granjas Reproductoras propiedad de GPM y Granjas Reproductoras Asociadas a GPM. Una vez en operaciones regulares, se espera un ingreso semanal de 1,600 hembras, la edad promedio de estas hembras al ingreso será de 19 días, con un peso promedio de 5.8 kilos. Estas hembras se someten a un período de adaptación y crecimiento de 46 días en las denominadas naves SITIO 2, después de este periodo son trasladadas a las naves de SITIO 3 donde completan su período de madurez y crecimiento, alcanzando unos 100 kilos de peso a los 150 días de edad. Una vez concluido el proceso de crecimiento, son enviadas a las granjas de reproducción SITIO 1 para producción de lechones de engorda.

20

A continuación se describen el ciclo de producción que se seguirá en estas granjas de adaptación y Crecimiento SITIO 2 y SITIO 3:

- SITIO 2: Etapa inicial del desarrollo de las futuras hembras reproductoras en donde se controla la temperatura mediante cortinas y criadoras (calefactores) y las hembras aprenden a consumir alimento sólido y a beber agua de los chupones. En esta etapa se aplica un esquema de vacunación para garantizar inmunidad contra enfermedades en sus siguientes etapas y mantener estable la sanidad del hato. Al cumplir la edad de 65 días las hembras están preparadas para ser transferidas a la siguiente etapa productiva en el Sitio 3.
- SITIO 3: Esta etapa Crecimiento de 85 días consiste en maximizar la ganancia diaria de peso de las futuras reproductoras, haciendo uso de sistemas de ambiente controlado que brinden el mayor confort y sistemas de alimentación automáticos, que en conjunto, contribuyan a lograr el máximo consumo de



alimento en el período. En esta etapa las hembras reciben un segundo esquema de vacunación que permite fortalecer el sistema inmune preparándolas para los futuros retos en los sistemas de producción de sitios 1. Asimismo, en esta etapa se realiza la identificación individual de todas las hembras, mediante la asignación de un número correlativo que será colocado en aretes plásticos, así como tatuaje. Las hembras salen del sitio 3 hacia los diferentes sitios 1 con 150 días de edad y aproximadamente 100 kg de peso, para en dichas granjas sean inseminadas y reemplacen a las hembras de edad avanzada e improductivas que dejan el hato.

Durante todas las etapas se llevará a cabo un riguroso programa alimenticio, con diferentes dietas acordes a las edades de los animales; el agua de bebida en todo momento se mantiene clorada, garantizando la inocuidad para los animales y en ambos sitios se cuidará el mantener a los animales limpios y en confort.

21

**Pautas de sanidad**

Por política de sanidad, la cual establece una serie de pautas o medidas a tomar para asegurar la salud de la población porcina:

- Los animales solo serán suministrados por una sola granja de alto estatus sanitario, transportados en vehículos exclusivos para este fin, mismos que se lavan y desinfectan previo a cada utilización.
- Se prohíbe total de acceso de vehículos y personas no autorizadas, incluso dentro de la misma organización. Las visitas autorizadas deberán ingresar al área de granja cruzando un arco sanitario que asperja agua con desinfectante a presión en todas las superficies del vehículo para su correcta sanitización. El agua resultante en este proceso se recoge y se envía al sistema de biodigestión. Todos los líquidos desinfectantes utilizados cuentan con la aprobación de la SAGARPA y en concentraciones debidamente reguladas para asegurar su efectividad.



- El personal que requiera acceder al interior de las granjas deberá bañarse y lavarse el cabello en las duchas dispuestas en la zona para este fin, utilizando después la ropa de trabajo que la empresa les proporcione. Los objetos ajenos a la granja que necesiten ingresarse a ellas serán desinfectados en la caseta de fumigación.
- Las naves o módulos de Sitios 2-3 se someterán de manera regular a un proceso de limpieza y desinfección después de la desocupación de los corrales, mediante un prelavado para eliminar residuos de la superficie de los corrales, limpiándolos completamente y a profundidad con detergente líquido y agua a presión. Una vez concluida la limpieza, se aplicará un desinfectante a todas las superficies (pisos, herrería, techos, cortinas), una vez que seque, se permitirá el reingreso de los animales a la zona.

Todas las casetas contarán con malla pajarera que evita el ingreso de aves, previniendo así el ingreso de agentes infecciosos que pudieran afectar a los cerdos o contaminar su alimento.

22

### **Sistema de Tratamiento: Biodigestor, laguna y lecho de secado de lodos.**

El proyecto contempla la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas residuales producidas en las granjas y área de control de acceso y arco sanitario. El tratamiento de estas aguas residuales será por medio de un biodigestor, luego un clarificador o separador de sólidos, una laguna de oxidación y finalmente un sistema de cloración. Desde la laguna de Oxidación y luego del tratamiento con cloro, las aguas tratadas pasarán al sistema de riego que dará servicio al área designada para tal fin.

Para el aprovechamiento de agua y la descarga de aguas tratadas por medio de riego, se solicitará el Título de Concesión de Aguas Nacionales, así como el Permiso de Descarga de Aguas Residuales ante la Dirección Local Yucatán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que corresponde para poder llevar a cabo estas actividades.

A continuación, se enlistan las características de las obras a construir como parte del sistema de tratamiento por biodigestor:

**Obras del sistema de conducción de aguas servidas y aguas residuales de arco sanitario y control de acceso.**

Las aguas residuales generadas en estos puntos serán canalizadas al sistema de biodigestores por medio de conducciones y cárcamos que retendrán temporalmente estas aguas antes de su bombeo.

**Obras del sistema de tratamiento de aguas residuales de las granjas.**

Los purines de la granja se recolectarán por medio de tuberías hasta alguno cárcamos de bombeo ubicados en el área contigua a la granja. Una vez en estos estanques, las aguas serán enviadas por medio de bombeo hasta el sistema de tratamiento y posterior utilización en las áreas de riego.

**Obras del sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión.**

A continuación, se describen los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales:

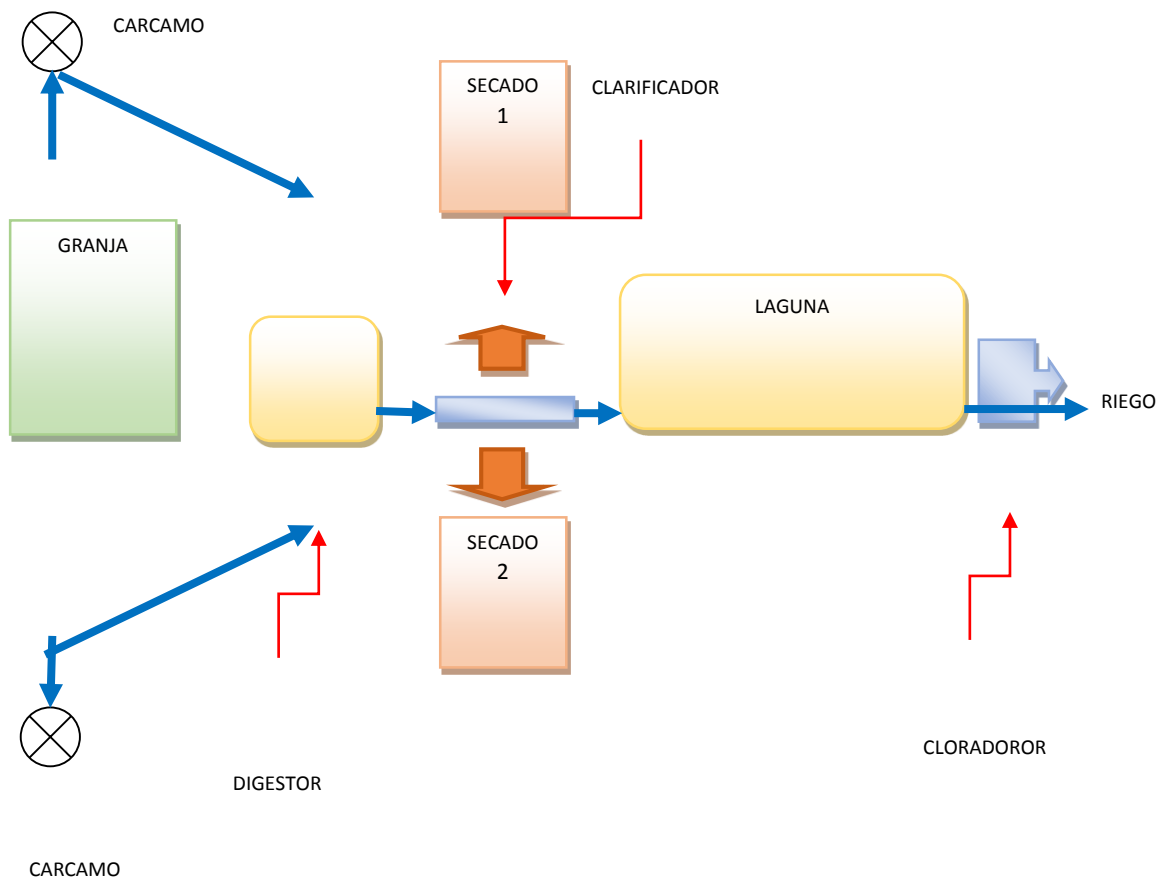
- **Biodigestor:**

Este sistema de tratamiento ha sido aprobado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (México) la cual es la autoridad nacional designada ante la Junta Ejecutiva del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) previsto en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto. Considera que este sistema contribuye al desarrollo sostenible de México y avala la obtención y comercialización de reducciones certificadas de emisiones.

El proyecto considera el biodigestor de almacenamiento para la granja, conformado por un dique de tierra compactada e impermeabilizado con geo membrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Posteriormente se cubrirá con el mismo material. Se considera que este biodigestor, tenga un volumen útil de 32,500 m<sup>3</sup> aproximadamente, considerando una descarga diaria de 1,300 m<sup>3</sup>, El tiempo de retención de las aguas residuales en este biodigestor será de 25 días.



**Figura 5.** Diagrama general del sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión.



- **Quemadores de Biogás:**

Existen un dispositivo asociado a cada biodigestor y su objetivo es quemar los gases producidos por la descomposición de materia orgánica (fundamentalmente metano), por medio de una flama cerrada.

- **Sedimentador y lecho de secado:**

Se contará con un estanque de sedimentación y dos áreas de lecho de secado. Esta etapa tiene por objetivo sacar del sistema los lodos estabilizados que se generan en los biodigestores mediante separación física en el estanque de sedimentación, con un



volumen útil de 2,500 m<sup>3</sup>. El agua que saldrá de los biodigestores irá hacia el sistema de sedimentación se calculará para un caudal medio de 12 lts/seg, los sólidos más pesados decantarán y el líquido clarificado (reducido de sólidos) se dirigirá hacia la laguna de acumulación. Los sólidos sedimentados posteriormente serán dirigidos hacia el lecho de secado, el cual ocupará un área de 6,500 m<sup>2</sup>. Ahí el lodo permanecerá unos 20 días, para alcanzar las condiciones establecidas por la NOM-004-SEMARNAT-2002.

- **Laguna de acumulación para riego:**

De acuerdo al Balance Hídrico para esta granja, se considera una laguna de una capacidad útil de almacenamiento de 16,000 m<sup>3</sup>, considerando un respaldo para la época de lluvias, se considera duplicar esta capacidad de tal manera de tener 32,000 m<sup>3</sup> de capacidad. Esto permitirá una capacidad de retención de la laguna de hasta 60 días. El tiempo de retención normal será de 30 días, sujeto a la aprobación de la CONAGUA al momento de realizar los trámites para los títulos de concesión y permisos de descarga de aguas residuales a riego.

Esta laguna servirá para captar las aguas tratadas previamente por el sistema de biodigestor y clarificador. Las dimensiones y capacidad de la laguna fueron calculadas sobre la base del caudal de aguas residuales generado, así como las tasas de precipitación y evaporación que permiten aplicar el requerimiento hídrico que necesite la especie a cultivar en el área de riego.

- **Sistema de desinfección o canal de cloración:**

El agua tratada por el biodigestor que reside en la laguna, pasará por un proceso de desinfección antes de integrarse al sistema de riego. El sistema tendrá un tiempo de retención de 30 minutos y la dosificación final de cloro se definirá en función de las características del efluente de la laguna de acumulación, y está orientada principalmente a eliminar Huevos de Helminto y Coliformes Fecales.

- **Motogenerador de Biogás:**

El sistema por el momento no considera generadores para aprovechar el Biogás. Este sistema se podrá incorporar a futuro.



- **Área de riego:**

Para disponer finalmente de las descargas de aguas residuales tratadas, éstas se incorporarán al suelo a través del riego en vegetación forestal. Para definir el manejo del área de riego, se realizaron estudios sobre las características del agua de riego, balance hídrico (demanda de agua y determinación de lámina de riego), las principales especies presentes en la vegetación y el análisis de las especies identificadas. Los resultados del análisis del agua en general mostraron condiciones favorables para el uso del agua residual.

Con base a dichos estudio se estableció el balance hídrico donde se determinó que el área total de esta zona de riego será de 35.00 hectáreas, basándose en los requerimientos hídricos de las especies vegetales.

Anexo al presente estudio se encuentra un resumen de los cálculos realizados en el balance hídrico que dieron como resultado las hectáreas de riego, así como los resultados del análisis de agua que permiten diseñar el tipo de planta y manejo que se dará al área de riego.

26

#### **II. 2. 5. 1. Programa de mantenimiento**

La granja contará con un catálogo técnico detallado de los equipos y activos fijos, para garantizar la correcta operación de los mismos, así como su preservación dentro de los límites de operación establecidos por los fabricantes. Se contará además con servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones de la granja, áreas complementarias y sistema de tratamiento de aguas residuales, que permitan en todo momento realizar sin interrupciones y con la mayor seguridad posible los procesos de producción y la continuidad en las actividades de la granja.

A continuación, se presenta una tabla con el programa anual general de actividades de mantenimiento industrial:





**Tabla 2.** Programa de mantenimiento industrial.

| ACTIVIDAD                                                              | MES |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|-----|--|--|
|                                                                        | ENE |  |  | FEB |  |  | MAR |  |  | ABR |  |  | MAY |  |  | JUN |  |  | JUL |  |  | AGO |  |  | SEP |  |  | OCT |  |  | NOV |  |  |
|                                                                        |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| <b>Activación técnica</b>                                              |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| Actualización de datos técnicos de equipos                             |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| Elaboración de fichas técnicas de equipo                               |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| Elaboración de hojas de ruta de equipos (actividades de mantenimiento) |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| Definición de frecuencia de mantenimiento en equipos                   |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| <b>Programar mantenimientos en sistema SAP</b>                         |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |
| Registrar equipos en sistema SAP                                       |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |     |  |  |

[illegible]



### **Controles de fauna nociva**

El control de la fauna nociva en la granja se centrará primordialmente en el control de las poblaciones de roedores, moscas y mosquitos. Para el control de la población de roedores se utilizarán trampas de captura múltiple como método directo de eliminación y cebos rodenticidas cuyos cebaderos se encontrarán localizados en los lechos de secado y demás áreas estratégicas donde se conozca o espere la presencia de roedores nocivos como método indirecto. Ambos métodos son necesarios para asegurar el control efectivo de esta fauna nociva.

Para el control de la población de moscas se aplicarán tratamientos por aspersión en gota gruesa para las fases adultas. Este tratamiento se aplicará mediante aspersores manuales, de mochila o de motor (parihuelas) en superficies de descanso de las moscas, tales como tuberías, techos o paredes de la granja. El tratamiento por aspersión también se aplicará para el control de moscas en fase adulta en vuelo.

El control de mosquitos se realiza en las lagunas de acumulación, así como otros cuerpos de agua donde éstos pudieran reproducirse, tales como en las zonas con vegetación que rodeen la granja. La aplicación de los productos es por termonebulización, utilizando un aspersor motorizado con adaptador de dispersión de gránulos.

Estos métodos de control son llevados a cabo por una empresa especializada en el control de estas plagas de acuerdo con un calendario mensual establecido previamente entre el prestador de servicios y GPM. El prestador de servicios es el encargado de proveer las sustancias y el equipo a utilizar para realizar estas labores, así como de recolectar los residuos y envases vacíos generados por las operaciones de control de fauna nociva, los cuales deben ser manejados, almacenados y desechados de acuerdo a la normatividad vigente en la materia.



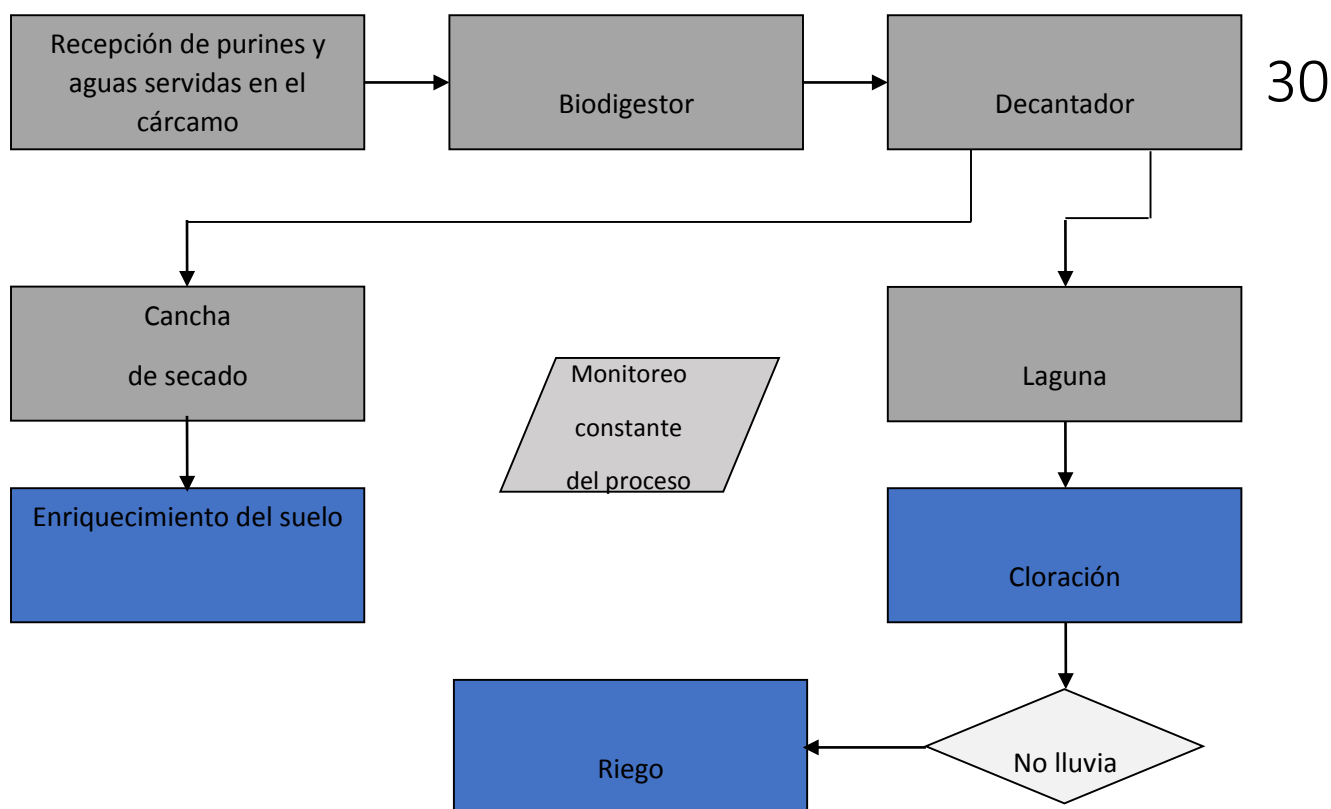
**Descripción general de las actividades a llevarse a cabo en el sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión.**

**Sistema de tratamiento por biodigestión**

A continuación, se presenta un diagrama que esquematiza la operación del biodigestor ejemplificando gráficamente la forma en que se establecerá el flujo y distribución de las aguas residuales provenientes de la granja, servicios y arco sanitario hacia el sistema de tratamiento. El diagrama presenta los componentes básicos que conforman el sistema y el flujo que tendrán las aguas residuales hasta su destino final en el área de riego.

Además, se colocarán mallas en el perímetro de las naves para evitar el ingreso de aves.

**Figura 6.** Diagrama del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.





Los purines de las granjas y las aguas servidas y aguas residuales del arco sanitario serán bombeadas a los biodigestores. Una vez completado el ciclo de tratamiento en el biodigestor, las aguas tratadas irán a un sistema de decantación o clarificación que removerá sólidos en hasta un 15%, finalmente las aguas llegarán a la laguna de acumulación, donde después de completar nuevamente el tiempo de tratamiento que corresponda en estas instalaciones, pasarán a un tanque de contacto de cloro para asegurar el correcto cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, además de las especificaciones que contemple el Título de Concesión a tramitar. Estas aguas *post tratamiento* serán canalizadas y enviadas al área de riego.

### **Área de riego**

De acuerdo con los resultados del análisis de la calidad del agua residual que sea utilizada para riego, no será necesario fertilizar la vegetación, respetando el volumen de lámina de riego y frecuencia de este.

**Riego en época seca.** Se regará de lunes a viernes en un lapso de 8 horas diarias 7 am a 3 pm, con un volumen máximo diario estimado de 42 m<sup>3</sup>, con las excepciones señaladas en el punto que trata sobre el diseño de área de riego, mismo que señala qué hacer ante precipitaciones extraordinarias. El riego cesará al alcanzar este límite diario o alcanzar la laguna su límite operativo inferior.

Para efectuar los riegos se colocarán cañones equidistantes al interior del área de riego y se abrirán alternadamente.

**Riego en época de lluvias.** Se regará los días que no llueva. La capacidad de retención de la laguna está diseñada para contener las aguas especialmente para esta época, en caso de días continuos con lluvias. Aplican las mismas excepciones señaladas en el punto que trata sobre el diseño de área de riego, mismo que señala qué hacer ante precipitaciones extraordinarias.



Los lodos procedentes de la cancha de secado podrán ser utilizados como mejorador de suelos, posterior a su estabilización.

## **II. 2. 6 Descripción de obras asociadas al proyecto.**

Las obras asociadas al presente proyecto consisten en la colocación de postes adhiriéndolos a la línea de transmisión eléctrica, desde el cruce de la carretera a Pencuyut hasta el límite del predio. Esta, se considera como una obra asociada debido a que, aunque GPM realizará estas obras, una vez que éstas concluyan se entregará a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para su operación.

La infraestructura eléctrica consta de postería con líneas de media tensión (13,200 V) que pasan por transformadores que reducen el voltaje a 440 o 220V, para así alimentar los componentes de iluminación, fuerza y control.

## **II. 2. 7 Etapa de abandono del sitio.**

El proyecto no contempla el abandono del sitio, por lo cual recibirá mantenimiento de manera continua de acuerdo a un programa previamente establecido, lo que permitirá que las instalaciones funcionen de manera indefinida.

## **II. 2. 8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

### **II.2.8.1 Fase de Preparación del sitio y Construcción**

#### **a. Residuos vegetales**

Los residuos vegetales generados durante esta etapa serán integrados a los suelos internamente en las áreas del predio que no serán aún construidas, a fin de que sirvan como mejoradores y enriquecedores del suelo.

**b. Residuos pétreos y de obra civil.**

Durante las primeras etapas de construcción del proyecto (desmonte, despalde y limpieza) se generarán residuos pétreos y se removerán cantidades de tierra que se emplearán posteriormente para las cimentaciones. La capa de tierra y piedras removida por estas actividades se mantendrá en el área de trabajo, acumulada temporalmente en puntos específicos, y utilizados posteriormente para la elaboración de los cimientos (mamposterías) y el relleno de los mismos en el perímetro de la construcción de las naves. En caso de que estos materiales no sean utilizados para este fin, se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al área donde serán aprovechados como mejoradores de suelo. Este material removido deberá cubrirse durante su traslado para evitar la dispersión de polvos.

Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno en las áreas del terreno que lo ameriten. Estos residuos se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y se dispondrán en un área específica que no afecte los trabajos.

La construcción generará diferentes tipos de residuos tales como cartones, papeles, bolsas o sacos y cajas de material, envolturas diversas, cables, alambres, clavos y demás elementos de pedacería de estructura, instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, de carpintería, etc. Dependiendo de los volúmenes generados en el tiempo, los residuos de cartón, plásticos y/o sacos se trasladarán para su disposición final al sitio autorizado de la localidad más cercana. Se valorará la factibilidad de reciclaje de los materiales susceptibles, dependiendo de los volúmenes generados. Previo a la entrega y ocupación de la granja por los cerdos, se retirarán todas las instalaciones provisionales que puedan ser empleadas durante las etapas de ejecución de la construcción del proyecto, se realizará la limpieza general de las instalaciones y se retirarán todos los materiales sobrantes.

**c. Residuos peligrosos**

La provisión del aceite que utilice la maquinaria involucrada en la preparación del sitio y construcción, así como el manejo que se dé a éste será responsabilidad de las compañías



constructoras y su mantenimiento será fuera del predio del proyecto. En caso de que exista un derrame, ya sea de aceite o de combustible, se procederá a seguir el Protocolo de atención a derrames de hidrocarburos, anexo al presente estudio. Los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente en contenedores específicos para este tipo de residuos y dispuestos posteriormente, de acuerdo a la normatividad vigente en la materia.

Al finalizar los trabajos de instalación del sistema hidráulico, de drenaje, la instalación de estructura metálica con soldadura y la colocación de pintura en las estructuras y paredes de la granja, los botes vacíos de pegamentos, aditivos, barras de soldadura, restos de pinturas y solventes, así como los trapos, brochas y demás objetos impregnados, utilizados en el manejo de dichas sustancias, serán manejados como residuos peligrosos de acuerdo a su naturaleza y en concordancia con la normatividad vigente en la materia.

El manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción será como sigue: Se colocarán en contenedores sin perforaciones, con tapa, rotulados de acuerdo a la normatividad vigente; los residuos sólidos y líquidos se manejarán de forma independiente y segregada, de acuerdo a su estado físico y sus características de peligrosidad. Los contenedores temporales cumplirán con las especificaciones previstas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Se instalarán estos contenedores temporales distribuidos en las diferentes áreas de construcción; periódicamente, dichos residuos serán recolectados y enviados a disposición final mediante el servicio de una empresa especializada autorizada por SEMARNAT, dándose cumplimiento a las obligaciones señaladas en la legislación vigente.

La empresa tramitará su registro ante SEMARNAT como generador de residuos peligrosos; así mismo a las empresas contratistas laborando en el sitio, cuyas actividades o equipo de trabajo genere residuos peligrosos, se solicitará su registro ante dicha dependencia.



**d. Residuos sólidos urbanos**

Éstos se generarán mayormente debido a la alimentación de los trabajadores de la construcción, y consistirán básicamente en residuos orgánicos (restos de comida) y en residuos inorgánicos (botellas de refrescos, bolsas, etc.). Todo lo anterior se colocará dentro de contenedores con tapa, rotulados de acuerdo al contenido, dispuestos en las áreas de alimentación de los mismos trabajadores. Dichos contenedores serán retirados de manera periódica hacia el sitio de disposición final más cercano al área del proyecto.

En términos generales, durante las diversas actividades de construcción se generarán aproximadamente 52,140 kg de residuos sólidos urbanos, principalmente desperdicios de comida, bolsas de cemento, cal, masilla, materiales ferrosos; así como madera y objetos pequeños de metal como clavos y tornillos.

Durante las tres fases del proyecto se implementará un Programa de manejo de residuos, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado a los mismos.

**e. Dispersión de polvos**

El despalme y transporte de este material son actividades susceptibles de generar y dispersar polvo en el ambiente, aunque estas operaciones no representan un impacto significativo sino más bien un impacto de baja magnitud por su limitada temporalidad y la pequeña cantidad del mismo que se espera generar durante las labores de preparación del sitio. Así mismo, se generarán polvos por el traslado de materiales agregados pétreos hacia el sitio del proyecto.

A pesar de que el impacto por la generación de polvos no es especialmente relevante, para mitigar los posibles impactos negativos al ambiente que pudieran generarse, los camiones que trasladen algún tipo de material o residuo susceptible de generar polvos a la atmosfera, deberán hacerlo cubriendo su carga con lonas o humectándola.

Durante la conformación de terracerías y construcción de infraestructura, se humectarán las superficies que despidan polvos, esto será mediante la aspersión con pipas de agua, cuando sea necesario.

**f. Emisiones vehiculares**

Derivadas del funcionamiento de la maquinaria durante las fases de preparación del sitio y construcción, así como el flujo vehicular durante las citadas etapas y en la etapa de operación del proyecto, se generarán emisiones de partículas y gases a la atmósfera. No obstante, estas emisiones serán controladas indirectamente mediante la revisión periódica del funcionamiento de la maquinaria pesada, los vehículos y las máquinas y equipos industriales de las instalaciones, ya sea a través del mantenimiento preventivo periódico de los equipos, el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada y vehículos, y la verificación vehicular cuando ésta proceda, en talleres autorizados.

**g. Ruido**

La operación de maquinaria y vehículos durante la preparación del sitio y la construcción será fuente generadora de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles emitidos no serán excesivos, considerando el tipo de maquinaria a utilizar. Los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg., 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg. y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. La maquinaria que se utilice presentará buenas condiciones mediante el mantenimiento preventivo periódico, por lo que no se rebasará la normatividad aplicable.

**h. Aguas residuales**

Considerando el tiempo de estancia de los trabajadores de la obra en el sitio, como principal requisito se instalarán sanitarios móviles (letrinas) que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal y será colocados en una proporción de uno por cada quince trabajadores. La instalación de estos sanitarios portátiles, así como el manejo de las aguas sanitarias residuales generadas por el uso de dichas letrinas estará a cargo de las empresas constructoras, las cuales contratarán el servicio de una empresa especializada para brindar el servicio de recolección y traslado de aguas residuales y su ingreso a una planta de tratamiento autorizada. El volumen de aguas residuales que se generarán



durante la etapa de preparación del sitio y construcción será de aproximadamente 23,000 litros.

### **II. 2. 8. 2 Fase de operación**

Durante la etapa de operación del proyecto se generarán distintos tipos de residuos, emisiones y descargas de aguas residuales, los cuales, de manera enunciativa más no limitativa, se enlistan a continuación:

#### **a. Residuos peligrosos.**

Durante la operación del proyecto, sobre todo por las labores de mantenimiento de los equipos que operarán en las granjas, se generaran diversos residuos peligrosos, entre los cuales podrían figurar los siguientes:

- Trapos con hidrocarburos
- Sólidos impregnados con hidrocarburos
- Botes vacíos con Insecticida
- Botes con pintura seca
- Lámparas fluorescentes
- Aceite usado

37

Este listado de residuos peligrosos deberá ser considerado de manera enunciativa, más no limitativa.

A continuación, se indica la cantidad de residuos peligrosos que se estima serán generados durante la etapa de operación de la granja (cantidades estimadas):

La empresa tramitará su registro como generador de residuos peligrosos ante SEMARNAT, el cual podrá ser actualizado eventualmente conforme las necesidades del generador. Debiendo dar cumplimiento a las obligaciones correspondientes según su categoría de generador.



No obstante, debido a que las labores de mantenimiento de los equipos que operarán en la granja generalmente serán llevadas a cabo por empresas especializadas contratadas para determinada actividad de mantenimiento, estas serán responsables del manejo y disposición temporal y final de los residuos peligrosos que generen derivados del trabajo contratado.

### **Manejo y almacenamiento temporal**

El manejo interno de los residuos peligrosos será de la siguiente manera:

En el área de almacenamiento serán se contara con contenedores sin grietas ni rupturas, rotulados, con tapa, y serán colocados sobre piso impermeable o sobre tarimas antiderrames. El personal que realice trabajos que generen residuos peligrosos los depositará en estos contenedores de manera separada.

El almacenamiento de sustancias peligrosas se realizará en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad del residuo, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios y en lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garanticen la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo.

Las áreas de almacenamiento de los generadores de residuos peligrosos deben de cumplir con las condiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, considerando la categoría de generador que aplique a la empresa.

**Tabla 3.** Condiciones de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

| CONDICIONES BÁSICAS DE ALMACENAMIENTO                                                                   | ALMACENAMIENTO EN ÁREAS CERRADAS                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| a) Estar separadas de áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas y | Además de cumplir con las Condiciones Básicas de |



|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| productos terminados.                                                                                                                                                         | Almacenamiento:<br><br>a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso o cualquier apertura que haga que los líquidos fluyan hacia fuera del área protegida. |
| b) Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones.                                                | b) las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables.                                                                                               |
| c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, por ejemplo: muros de contención o fosas de retención para los residuos peligrosos en estado líquido.             | c) Contar con ventilación natural o forzada. En el caso de ventilación forzada debe tener capacidad de recepción de seis cambios de aire por hora.                  |
| d) Cuando se almacenen residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes que conduzcan los derrames a las fosas de retención.                                   | d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie.                                                                                                                   |
| e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en caso de emergencia. | e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.                                                                                                                   |
| f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para                                                                                                  | El área de almacenamiento debe contar con un letrero en su exterior                                                                                                 |



|                                                                                                                                        |                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| atención de emergencias, acorde con el tipo y cantidad de residuos peligrosos almacenados.                                             | con la leyenda "Almacén temporal de residuos peligrosos" |
| g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados en lugares y formas visibles. |                                                          |
| h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos.    |                                                          |
| h) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.                                                            |                                                          |
| El área de almacenamiento debe contar con un letrero en su exterior con la leyenda "Almacén temporal de residuos peligrosos"           |                                                          |

Se llevará control del ingreso y salida de estos residuos peligrosos del sitio de almacenamiento mediante Bitácoras de control.

Recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos:

La recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos será mediante el servicio de empresas especializadas con autorización ante la SEMARNAT.



**b. Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos**

Durante la operación del proyecto, se generarán Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) consistentes en residuos punzocortantes, estimándose una cantidad de generación anual como se indica a continuación (cantidad aproximada):

**Tabla 4.** Residuos peligrosos biológico infecciosos en la etapa de operación.

| TIPO DE RESIDUO                         | CANTIDAD ANUAL GENERADA (KG) | ÁREAS GENERACIÓN | DE DISPOSICIÓN FINAL                                                                           |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI) | 120                          | Naves de cerdos  | Envío a Incineración/Esterilización/Confinamiento mediante una empresa autorizada por SEMARNAT |

41

En cuanto a las cenizas generadas por el incinerador, se les realizará una prueba CRETIB a fin de clasificarlas como residuo peligroso o no peligroso y darle el manejo adecuado.

**Manejo y almacenamiento temporal**

El manejo, almacenamiento y disposición final será acorde a lo señalado en la LGPGIR y la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

- El almacenamiento de los RPBI será en contenedores rígidos, con tapa hermética o con diseño especial para punzocortantes, debidamente rotulados y de acuerdo al código de colores establecido conforme a la Norma.



- Estas agujas se almacenarán dentro de las mismas bodegas donde se tienen otros insumos, separadas y colocadas en recipientes debidamente sellados e identificados únicamente de los RPBI generados.
- Cada 6 meses se trasladarán los recipientes de agujas a los almacenes de la ciudad de Mérida, para lo que se contratarán los servicios de una empresa especializada autorizada por SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final. Generando un documento comprobatorio de dicha disposición.

### **c. Residuos no peligrosos**

En la etapa de operación de la granja se generarán residuos sólidos urbanos, los cuales, según el volumen de generación estimado, podrían ser considerados como residuos de manejo especial.

Así mismo, se generarán residuos tales como los lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales, siendo estos propiamente considerados como residuos de manejo especial.

Durante la operación del proyecto, se generarán residuos no peligrosos entre los cuales se consideran los siguientes:

- Plásticos
- Papel
- Latas de aluminio
- Textil
- Sanitario
- Hule
- Alimentos
- No aprovechable
- Lodos





Sin embargo, este listado de residuos no peligrosos deberá ser considerado de manera enunciativa, más no limitativa.

A continuación se indica una estimación de las cantidades que se generaran de residuos no peligrosos durante la operación de la granja (cantidades estimadas):

**Tabla 5.** Residuos no peligrosos en la etapa de operación (residuos de manejo especial conformados por residuos sólidos urbanos).

| RESIDUOS SOLIDOS URBANOS                                                                               | AREAS DE GENERACION                    | CANTIDAD ANUAL GENERADA (KG) | DISPOSICION FINAL                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plásticos, papel, latas de aluminio, textil, sanitario, hule, alimentos, no aprovechable, entre otros. | Granja e instalaciones complementarias | 554,800                      | Envío a Relleno de disposición final autorizado o a sitios de acopio de materiales valorizables (reciclaje) |
| <b>Total</b>                                                                                           |                                        | <b>554,800</b>               |                                                                                                             |

43

**Tabla 6.** Residuos no peligrosos en la etapa de operación (residuos de manejo especial).

| RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL | AREAS DE GENERACION                        | DISPOSICION FINAL                       |
|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Lodos                       | Sistema de tratamiento de aguas residuales | Aprovechamiento como relleno o composta |
| Cenizas del incinerador     | Incinerador                                | Aprovechamiento como relleno o          |



| RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL                          | AREAS DE GENERACION | DISPOSICION FINAL               |
|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
|                                                      |                     | composta previo análisis CRETIB |
| Residuos animales (Cerdos, fetos y lechones muertos) | Naves               | Incineración o PIT seco         |

### **Manejo y almacenamiento temporal**

El manejo de los residuos será de la siguiente manera:

Se instalarán contenedores separadores para los residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Estos contenedores consistirán en recipientes metálicos o de plástico sin grietas o rupturas, con tapa, rotulados de acuerdo al tipo de residuos que contienen, tendrán una bolsa negra colocada en su interior para facilitar la labor de recolección de los residuos.

Los residuos serán recolectados de los contenedores separadores en las áreas de generación y serán trasladados a los almacenes temporales ubicados fuera del perímetro de la granja. La recolección interna será realizada por personal encargado de la granja.

Los residuos sólidos urbanos recolectados en los sitios de generación serán trasladados a un almacén temporal según el tipo de residuo que se trate (orgánico o inorgánico). El almacén temporal consiste en una construcción de bloques, piso de concreto impermeable y tapa metálica para evitar la generación y fuga de lixiviados, así como la dispersión de los residuos y la proliferación de fauna nociva.

Estos residuos serán posteriormente cargados en camiones o camionetas para ser transportados e ingresados, según el tipo de residuo de que se trate, en el sitio de



disposición final más cercano aprobado por las autoridades competentes para tal fin. La recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos será realizado por personal de la granja en vehículos propios de la empresa o mediante la contratación de algún proveedor de servicios.

Se considerará en su caso la opción de que algunos residuos susceptibles de valorización puedan ser enviados a algún centro de acopio de materiales reciclables.

Los residuos de manejo especial podrán ser recolectados y transportados periódicamente por personal y vehículos propios de la empresa o mediante el servicio de empresas especializadas.

Los lodos serán extendidos para su estabilización en el lecho de secado, posteriormente podrán ser utilizados como relleno o como abono. Pudiendo ser entregados a particulares que estén interesados. Se realizaran análisis CRIT y se observara el cumplimiento de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

A estos lodos podrán añadirse las cenizas del incinerador en caso de no presentar características de peligrosidad, previo análisis CRETIB. En caso contrario, deberán disponerse mediante una empresa autorizada por SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final.

#### **d. Emisiones a la atmosfera**

En la etapa de operación de la granja, se contempla la generación de gases y partículas a la atmosfera provenientes de fuentes fijas.

**Fuentes fijas.** Se considera también fuentes fijas de emisiones a la atmosfera, como son las plantas generadoras de energía de emergencia y los incineradores.

La autorización y registro de estas instalaciones se tramitará con las autoridades estatales competentes (Artículo 17 BIS Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera y Artículo 135 del Reglamento de la LPMAEY), ante quienes se tramitará la Autorización de Funcionamiento de Fuentes Fijas, amén de



que se integrará y entregará la Cédula de Operación Anual en el tiempo y la forma requerida por la legislación aplicable.

Para el correcto control de las emisiones de los incineradores se llevará una bitácora con los datos de operación y mantenimiento de estos equipos, además de llevar el registro de las mediciones y análisis de las emisiones a la salida de los gases de chimenea, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del equipo, las buenas prácticas del personal a cargo y el cumplimiento con la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Los equipos de generación de energía eléctrica a base de diésel, los cuales serán utilizados en caso de cortes o variaciones en el suministro de energía eléctrica, contarán con mantenimiento periódico y se llevarán bitácoras para el control y seguimiento.

En general control de las emisiones provenientes de fuentes fijas, será de manera indirecta mediante la aplicación de un programa de mantenimiento industrial preventivo para mantener las emisiones dentro de lo establecido en la Normatividad vigente relativa a este tipo de emisiones. El mantenimiento será realizado considerando las especificaciones del fabricante y conforme a las necesidades de cada equipo.

**Fuentes móviles.** Aunque no forman parte directamente del proceso productivo del proyecto, los automotores que ingresen al sitio del proyecto o transiten dentro del mismo generarán emisiones de humos y gases a la atmósfera. El control de estas emisiones será de manera indirecta mediante su mantenimiento preventivo periódico.

#### **e. Ruido**

El tránsito de automotores en la etapa de operación del proyecto será una fuente generadora de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que no se excederán los niveles máximos permisibles. Los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg. Los automotores serán sometidos a mantenimiento preventivo periódico, para mantener un óptimo funcionamiento, para cumplir con la normatividad aplicable.



El mantenimiento preventivo periódico será realizado por el propietario de los vehículos en talleres especializados en el ramo.

**f. Aguas residuales de servicios y de procesos**

Las aguas residuales que serán generadas en las áreas de servicios y naves de la granja serán canalizadas y tratadas en sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión anaerobia, separación física de la materia sólida sedimentable, oxidación y cloración. Los lodos generados serán estabilizados en el lecho o cancha de secado.

Las aguas residuales tratadas deberán cumplir con los parámetros máximos permisibles de contaminantes comprendidos dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; adicionalmente se cumplirá, en su caso, con las Condiciones Particulares de Descarga que contemple el Título de Concesión.

**Lodos y biosólidos.** Los lodos generados durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales, serán depositados y extendidos en el lecho o cancha de secado para eliminar su contenido de humedad y promover su estabilización mediante su remoción constante para evitar su compactación y disminuir la proliferación de patógenos y parásitos. Posteriormente, los biosólidos podrán ser aprovechados como relleno o como enriquecedor de suelos, verificando previamente sus características de peligrosidad mediante la realización de análisis CRIT y dando observancia a la NOM-004-SEMARNAT-2002 para corroborar que dichos biosólidos se encuentren correctamente estabilizados y cumplan con las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.



### **II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

#### **Manejo y almacenamiento temporal**

El manejo de los residuos será de la siguiente manera:

Se instalarán contenedores separadores para los residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Estos contenedores consistirán en recipientes metálicos o de plástico sin grietas o rupturas, con tapa, rotulados de acuerdo al tipo de residuos que contienen, tendrán una bolsa negra colocada en su interior para facilitar la labor de recolección de los residuos.

Los residuos serán recolectados de los contenedores separadores en las áreas de generación y serán trasladados a los almacenes temporales ubicados fuera del perímetro de la granja. La recolección interna será realizada por personal encargado de la granja.

Los residuos sólidos urbanos recolectados en los sitios de generación serán trasladados a un almacén temporal según el tipo de residuo que se trate (orgánico o inorgánico). El almacén temporal consiste en una construcción de bloques, piso de concreto impermeable y tapa metálica para evitar la generación y fuga de lixiviados, así como la dispersión de los residuos y la proliferación de fauna nociva.

Estos residuos serán posteriormente cargados en camiones o camionetas para ser transportados e ingresados, según el tipo de residuo de que se trate, en el sitio de disposición final más cercano aprobado por las autoridades competentes para tal fin. La recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos será realizado por personal de la granja en vehículos propios de la empresa o mediante la contratación de algún proveedor de servicios.

Se considerará en su caso la opción de que algunos residuos susceptibles de valorización puedan ser enviados a algún centro de acopio de materiales reciclables.



Los residuos de manejo especial podrán ser recolectados y transportados periódicamente por personal y vehículos propios de la empresa o mediante el servicio de empresas especializadas.

Los lodos serán extendidos para su estabilización en el lecho de secado, posteriormente podrán ser utilizados como relleno o como abono. Pudiendo ser entregados a particulares que estén interesados. Se realizarán análisis CRIT y se observara el cumplimiento de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

A estos lodos podrán añadirse las cenizas del incinerador en caso de no presentar características de peligrosidad, previo análisis CRETIB. En caso contrario, deberán disponerse mediante una empresa autorizada por SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final.

#### **a. Emisiones a la atmosfera**

En la etapa de operación de la granja, se contempla la generación de gases y partículas a la atmosfera provenientes de fuentes fijas.

**Fuentes fijas.** Se considera también fuentes fijas de emisiones a la atmosfera, como son las plantas generadoras de energía de emergencia y los incineradores.

La autorización y registro de estas instalaciones se tramitará con las autoridades estatales competentes (Artículo 17 BIS Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera y Artículo 135 del Reglamento de la LPMAEY), ante quienes se tramitará la Autorización de Funcionamiento de Fuentes Fijas, amén de que se integrará y entregará la Cédula de Operación Anual en el tiempo y la forma requerida por la legislación aplicable.

Para el correcto control de las emisiones de los incineradores se llevará una bitácora con los datos de operación y mantenimiento de estos equipos, además de llevar el registro de las mediciones y análisis de las emisiones a la salida de los gases de chimenea, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del equipo, las buenas prácticas del personal a cargo



y el cumplimiento con la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Los equipos de generación de energía eléctrica a base de diésel, los cuales serán utilizados en caso de cortes o variaciones en el suministro de energía eléctrica, contarán con mantenimiento periódico y se llevarán bitácoras para el control y seguimiento.

En general control de las emisiones provenientes de fuentes fijas, será de manera indirecta mediante la aplicación de un programa de mantenimiento industrial preventivo para mantener las emisiones dentro de lo establecido en la Normatividad vigente relativa a este tipo de emisiones. El mantenimiento será realizado considerando las especificaciones del fabricante y conforme a las necesidades de cada equipo.

#### **b. Aguas residuales de servicios y de procesos**

Las aguas residuales que serán generadas en las áreas de servicios y naves de la granja serán canalizadas y tratadas en sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión anaerobia, separación física de la materia sólida sedimentable, oxidación y cloración. Los lodos generados serán estabilizados en el lecho o cancha de secado.

Las aguas residuales tratadas deberán cumplir con los parámetros máximos permisibles de contaminantes comprendidos dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; adicionalmente se cumplirá, en su caso, con las Condiciones Particulares de Descarga que contemple el Título de Concesión.

#### **c. Residuos y emisiones asociados al sistema de tratamiento de aguas residuales por medio del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (Biodigestor):**

**Aguas residuales.** Las aguas residuales, una vez completado el ciclo de tratamiento en el sistema de tratamiento de Aguas Residuales por biodigestión, serán utilizadas para riego forestal en un área designada para tal fin. Estas aguas residuales tratadas serán monitoreadas periódicamente para asegurar el cumplimiento de los parámetros





comprendidos dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996, en lo referente a las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; adicionalmente se cumplirá, en su caso, con las Condiciones Particulares de Descarga que contemple el Título de Concesión.

**Lodos y biosólidos.** Los lodos generados durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales, serán depositados y extendidos en el lecho o cancha de secado para eliminar su contenido de humedad y promover su estabilización mediante su remoción constante para evitar su compactación y disminuir la proliferación de patógenos y parásitos. Posteriormente, los biosólidos podrán ser aprovechados como relleno o como enriquecedor de suelos, verificando previamente sus características de peligrosidad mediante la realización de análisis CRIT y dando observancia a la NOM-004-SEMARNAT-2002 para corroborar que dichos biosólidos se encuentren correctamente estabilizados y cumplan con las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.



### **CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES, MUNICIPALES. ANEXAR LICENCIA DE USO DE SUELO. NOM'S, DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO, BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES.**

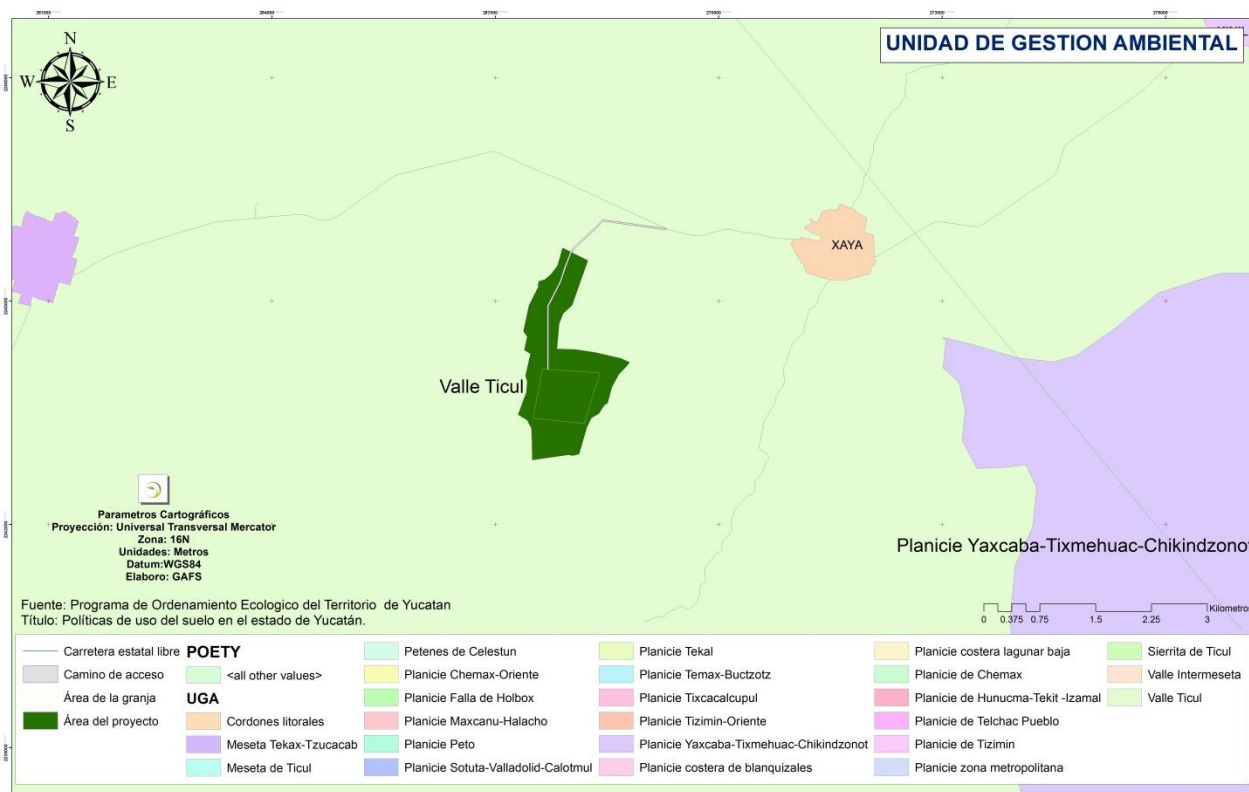
Los usos de suelo en el área del proyecto están regulados por el Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán a continuación se presenta el análisis de la congruencia de la obra con respecto a este instrumento.

#### **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN – POETY**

El POETY es un instrumento normativo cuyo objetivo es “regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán”.

**1**

En el caso del presente proyecto y en base al Ordenamiento Estatal (POETY) la UGA en la que se ubica el proyecto corresponde a la clave **3.B**, denominada **Valle Ticul**, la cual consiste en un Valle tectónico-acumulativo (10-50 m altitud) y de control estructural, con ligera inclinación (0-0.5 grados) con suelos profundos en superficies planas de tipo luvisol, cambisol y rendzina en las colinas, con plantaciones de cítricos, pastos, cultivos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria. Superficie 1,657.39 km<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Ubicación del proyecto en la Unidad de gestión ambiental 3.B Valle Ticul.

2

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Territorial Del Estado de Yucatán el uso principal del suelo en el área del proyecto es la Agricultura técnica. y establece que el suelo presente, es un suelo profundo, esta unidad de gestión tiene una superficie de 1,657 km<sup>2</sup>, que representa el 4.22% del total del Estado.

En ella viven un total de 146,516 habitantes (8.84% del total del Estado) en 164 localidades (4.88% del total del Estado), con una densidad de 88 hab/km<sup>2</sup>. El programa de ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán propone como actividad secundaria para esta Unidad de gestión, la apicultura.

Por lo que el proyecto es compatible con el uso del suelo en donde se encuentra, esto debido a la naturaleza del proyecto, el cual es la construcción de una granja Multiplicadora.

Vinculación del proyecto con los criterios específicos establecidos en las UGAs 3.B Valle Ticul.



| <b>UGA 3.B Valle Ticul</b> |                                                                                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <b>Usos</b>                                                                                            |
|                            | <b>Predominante:</b> Agricultura tecnificada                                                           |
|                            | <b>Compatible:</b> Asentamientos humanos, apicultura, turismo, silvicultura y actividades cinegéticas. |
|                            | <b>Condicionado:</b> Ganadería, industria de transformación, porcicultura y avicultura.                |
|                            | <b>Incompatible:</b> Industria pesada y extracción de materiales pétreos.                              |
| <b>Políticas</b>           | <b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>                                                           |
| Protección                 | P – 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 16.                                                                     |
| Conservación               | C – 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13.                                                                       |
| Aprovechamiento            | A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22.                                         |
| Restauración               | R – 1, 2, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.                                         |

3

Las políticas que rigen en la **UGA 3.B** se analizan a continuación:

### **Política Protección**

**1.** Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.

*El proyecto promoverá el empleo en las localidades aledañas, bajo los criterios ecológicos de usos del suelo propuestos en el Programa de Ordenamiento del Territorio de Yucatán.*

**2.** Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.



Con la construcción de la granja se mejorará la derrama económica en la zona de las comunidades aledañas al proyecto, ya que será una fuente de empleos durante la construcción y operación del mismo, trayendo como resultado una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

4. No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos, salvo que hayan sido saneados.

El proyecto no contempla la realización de obras relacionadas con la creación de viviendas y/o núcleos urbanos.

5. No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicos infecciosos.

No se confinarán desechos industriales, tóxicos ni biológicos infecciosos en el área del proyecto.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción no se generarán desechos industriales, tóxicos, ni biológico infecciosos.

Durante la operación del proyecto los residuos biológicos infecciosos que se generarán serán agujas usadas para la aplicación de vacunas y medicamentos. Estos residuos serán manejados en contenedores plásticos con tapa de color rojo y señalados con el rombo de peligrosidad y perfectamente identificables, de acuerdo a la NOM- 087-SEMARNAT-SSA1-2002. Estas agujas se almacenarán dentro del almacén temporal de residuos peligrosos por un periodo no mayor a seis meses, posteriormente se contratarán los servicios de una empresa especializada para recogerlas y llevarlas al sitio de disposición final.

En cuanto a las cenizas generadas por el incinerador, se les realizará una prueba a fin de clasificarlas bajo las características CRETIB y darle el manejo adecuado.



**9.** No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.

*Para realizar el desmonte se utilizará maquinaria. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual (machetes y hachas) para realizar el desmonte fino. El equipo y mano de obra que se utilice para el desmonte, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, por ningún motivo se quemará la vegetación, desechos sólidos ni se aplicaran herbicidas o defoliantes en el área del proyecto.*

**12.** Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.

*La fase de desmonte se limitará a las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio. El proyecto contempla un área de amortiguamiento y bioseguridad, la cual mantendrá la vegetación presente en el sitio permitiendo la movilidad de la fauna presente con los predios colindantes.*

**13.** No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.

*El área del proyecto no se considera como parte de un corredor biológico, el proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio.*

**14.** Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.

*El proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el*



predio, el proyecto contempla áreas en donde permanecerá la vegetación tal como se encuentra en la actualidad, estas áreas servirán como áreas de amortiguamiento y de bioseguridad. En estas áreas se favorecerá la recarga del acuífero, así mismo dentro de las áreas de construcción se contará con drenajes pluviales que conducirán el agua a pozos pluviales de descarga.

**16.** No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.

La naturaleza del proyecto es la construcción de una granja multiplicadora, por lo que este criterio no aplica para proyecto.

### **Política Conservación**

**1.** Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.

El desmonte se realizará con maquinaria y herramienta manual para evitar desmontar más de lo proyectado, así mismo se promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio. Dentro del área del proyecto se destinarán zonas para la protección del entorno ecológico, las cuales quedarán como áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**3.** Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.

En el área del proyecto se utilizarán cerdos, para lo cual se tendrá un estricto control sanitario para la entrada y salida de vehículos y personal. Los animales permanecen en confinamiento y supervisión constante.

Las áreas verdes estarán conformadas por especies nativas de la región.



4. En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.

El proyecto no se encuentra dentro de ecosistemas excepcionales, áreas naturales protegidas, ni cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras. En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es zamia Loddigesii, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: Ctenosaura similis, Melanegrís ocellata (amenazada), Vireo pallens, Crypturellus Cinnamomeus, Eupsittula nana (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

6. Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.

El proyecto trata sobre la construcción de una granja multiplicadora, Debido a la naturaleza del proyecto, el presente criterio no aplica para el presente proyecto.

7. Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.

El proyecto trata sobre la construcción de una granja multiplicadora, Debido a la naturaleza del proyecto, el presente criterio no aplica para el presente proyecto ya que no es de tipo ecoturístico.

8. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.

Los residuos vegetales, piedras y tierra generados serán segregados y acumulados en el área de construcción del proyecto, en donde no perjudiquen hasta su disposición final. Las





pedras obtenidas de esta manera podrán servir para las actividades posteriores de cimentación. El material sobrante de las excavaciones será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones. La terracería para nivelación de vialidades y plataformas se realizará con material pétreo de banco, extendido y compactado con maquinaria pesada. Este material de banco será adquirido de bancos de material autorizados por parte de la empresa constructora. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio sólo los volúmenes requeridos. El área del proyecto no se encuentra en la zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.

**9.** Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.

El presente proyecto tiene por naturaleza la implementación de un área para la construcción de una granja multiplicadora, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto. El área del proyecto no es una zona inundable por lo que en los caminos de acceso no se consideran pasos de agua.

**10.** El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.

El presente proyecto tiene por naturaleza la implementación de un área para la construcción de una granja multiplicadora, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto. El área del proyecto no es una zona inundable por lo que en los caminos de acceso no se consideran pasos de agua.

**13.** Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.

Dentro del área del proyecto se promoverá el cuidado de las áreas cuyos servicios ambientales sean de relevancia para la región, no se encontraron áreas naturales protegidas. Con la finalidad de mejorar los servicios ambientales en la región, el proyecto



promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio, así mismo el proyecto contempla áreas que mantendrán la vegetación nativa, que servirá como barreras de bioseguridad para el proyecto. El proyecto contempla áreas de crecimiento a futuro, cuando se requiera utilizar estas áreas se tramitaran las autorizaciones correspondientes ante la SECRETARÍA.

### **Política Aprovechamiento**

**1.** Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.

El proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio, el proyecto contempla un área que mantendrá la vegetación nativa que servirá como barrera de bioseguridad y amortiguamiento, la cual ayudará a disminuir la erosión del suelo en el área. el proyecto contempla áreas de crecimiento a futuro, cuando se requiera utilizar estas áreas se tramitaran las autorizaciones correspondientes ante la SECRETARÍA.

Se triturará y juntará en un área del proyecto el material generado por las actividades de desmonte, posteriormente será reincorporado al suelo de las áreas verdes y al suelo de las áreas de amortiguamiento y bioseguridad, esto con la finalidad de que sirva como abono y mejorador del mismo de no llevarse a cabo esta actividad el material será juntado y dispuesto en donde la autoridad competente designe, esto ayudará a disminuir la probabilidad de incendios en el área del proyecto.

**2.** Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.

Se triturará y juntará en un área del proyecto el material generado por las actividades de desmonte, posteriormente será reincorporado al suelo de las áreas verdes y al suelo de las



áreas de amortiguamiento y bioseguridad, esto con la finalidad de que sirva como abono y mejorador del mismo de no llevarse a cabo esta actividad el material será juntado y dispuesto en donde la autoridad competente designe, esto ayudará a disminuir la probabilidad de incendios en el área del proyecto. En la operación el almacenamiento de sustancias peligrosas se realizará en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad del residuo, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios y en lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garanticen la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas, explosiones, incendios o derrames que puedan provocar accidentes y/o contaminar el suelo.

**3.** Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.

No aplica para el presente proyecto, ya que el proyecto no contempla la utilización de agroquímicos en ninguna de sus etapas, además de no ser de tipo agrícola.

**10**

**4.** Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.

El control de la fauna nociva en las granjas se centrará primordialmente en el control de las poblaciones de roedores, moscas y mosquitos. Para el control de la población de roedores se utilizarán trampas de captura múltiple como método directo de eliminación y cebos rodenticidas cuyos cebaderos se encontrarán localizados en los lechos de secado y demás áreas estratégicas donde se conozca o espere la presencia de roedores nocivos como método indirecto. Ambos métodos son necesarios para asegurar el control efectivo de esta fauna nociva.

Para el control de la población de moscas se aplicarán tratamientos por aspersión en gota gruesa para las fases adultas. Este tratamiento se aplicará mediante aspersores manuales, de mochila o de motor (parihuelas) en superficies de descanso de las moscas, tales como tuberías, techos o paredes de las casetas de la granja. El tratamiento por aspersión también se aplicará para el control de moscas en fase adulta en vuelo.



El control de mosquitos se realiza en las lagunas de acumulación, así como otros cuerpos de agua donde éstos pudieran reproducirse, tales como en las zonas con vegetación que rodean la granja. La aplicación de los productos es por termonebulización, utilizando un aspersor motorizado con adaptador de dispersión de gránulos.

Estos métodos de control son llevados a cabo por una empresa especializada en el control de estas plagas de acuerdo con un calendario mensual establecido previamente entre el prestador de servicios y GPM. El prestador de servicios es el encargado de proveer las sustancias y el equipo a utilizar para realizar estas labores, así como de recolectar los residuos y envases vacíos generados por las operaciones de control de fauna nociva, los cuales deben ser manejados, almacenados y desechados de acuerdo a la normatividad vigente en la materia.

**5.** Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.

Las áreas verdes estarán conformadas por vegetación nativa de la región, no se utilizarán especies introducidas en el área del proyecto, ni se utilizarán especies exóticas o con alguna característica de protección.

**6.** Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.

Las emisiones de fuentes móviles generadas en la etapas de construcción y operación serán producto de los vehículos utilitarios que entren y salgan del área del proyecto y que circulen dentro del área donde se ubicarán las granjas y otras instalaciones, serán controladas por medio de la afinación y verificación vehicular de acuerdo al calendario establecido por el Estado y en los sitios autorizados para tal fin, cumpliendo de esta manera con la normatividad relativa a este tipo de emisiones

En la etapa de operación para el correcto control de las emisiones de los incineradores se llevará una bitácora con los datos de operación y mantenimiento de estos equipos, además



de llevar el registro de las mediciones y análisis de las emisiones a la salida de los gases de chimenea, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del equipo, las buenas prácticas del personal a cargo y el cumplimiento con la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

También se contarán con equipos de generación de energía eléctrica a base de diesel, los cuales serán utilizados en caso de cortes o variaciones en el suministro de energía eléctrica. Estos equipos contarán con mantenimiento periódico y se llevarán bitácoras para el control y seguimiento.

El tratamiento de las aguas residuales generadas por la operación de la granja se llevara a cabo mediante un Biodigestor, diseñado para cumplir con la NOM-004-SEMARNAT 2002 referente a los límites máximos permisibles de contaminantes. En el caso de las aguas residuales, una vez que se complete el ciclo de tratamiento se asegurará que se encuentren dentro de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que determina los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales. Para lo cual se llevaran a cabo análisis periódicos mediante laboratorios acreditados por la EMA.

Las aguas residuales, serán usadas para riego. Estas aguas serán monitoreadas periódicamente para asegurar el cumplimiento de los parámetros comprendidos dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; adicionalmente se cumplirá, en su caso, con las Condiciones Particulares de Descarga (CPD's) que pudieran estar contemplados en el Título de Concesión.

Los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 a los que se dará cumplimiento se muestran en la Tabla II.22.



Tabla II. 22. Límites Máximos Permisibles para Contaminantes Básicos

| TABLA 2 DE LA NOM-001-SEMARNAT-1996: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS |                              |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| PÁRAMETROS                                                                                  | SUELO: Uso en riego agrícola |                 |
| (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)                                       | Promedio mensual             | Promedio Diario |
| Temperatura °C                                                                              | N.A.                         | N.A.            |
| Grasas y Aceites                                                                            | 15                           | 25              |
| Materia Flotante                                                                            | Ausente                      | Ausente         |
| Sólidos Sedimentables (ml/l)                                                                | N.A.                         | N.A.            |
| Sólidos Suspendedos Totales                                                                 | N.A.                         | N.A.            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno                                                               | N.A.                         | N.A.            |
| Nitrógeno Total                                                                             | N.A.                         | N.A.            |
| Fósforo Total                                                                               | N.A.                         | N.A.            |
| Coliformes Fecales (NMP/100 ml)                                                             | 1000                         | 2000            |
| Huevos de Helmintos (unidades)                                                              | 5                            | 5               |

**7.** Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.

*El presente proyecto tiene por naturaleza la implementación de un área para la construcción de una granja multiplicadora, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto.*

**8.** En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.

*El proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a*



deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio, el proyecto contempla áreas que mantendrán vegetación nativa tal como se encuentra en la actualidad y que servirán como cercos vivos fungiendo como áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**9.** El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.

El presente proyecto será para la construcción y operación de una granja multiplicadora el proyecto no es de tipo turístico, no se construirá infraestructura turística de ningún tipo.

**11.** Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.

El proyecto no es de tipo industrial, el proyecto promoverá únicamente el desmonte del área proyectada en el plano, así mismo contempla un área que mantendrá la vegetación nativa, que servirá como barrera de amortiguamiento y bioseguridad entre las áreas aledañas y el área de la planta.

**12.** Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones eco turísticas.

El presente proyecto será para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el proyecto no es de tipo turístico, no se construirá infraestructura turística de ningún tipo.

**13.** En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.

El presente proyecto será para la construcción y operación de una granja multiplicadora, no se usará el suelo para fines agrícolas por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.

**14.** En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.



El presente proyecto será para la construcción y operación de una granja multiplicadora, no se usará el suelo para fines agrícolas por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.

**15.** No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.

El tipo de ganadería del presente proyecto es semi-intensiva En la ganadería semi intensiva el ganado porcino se encuentra estabulado bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo, por lo que el presente proyecto cumple con el criterio establecido.

**16.** Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.

El presente proyecto es de tipo semi-intensivo es decir el ganado porcino se encuentra estabulado, por lo que las áreas necesarias para el crecimiento del ganado son reducidas favoreciendo a disminuir la reducción en el crecimiento de la frontera agropecuaria sobre la vegetación forestal. El área del proyecto no se encuentra en un Área natural protegida. El proyecto solicitará la autorización de cambio de uso de suelo del área, posteriormente pagará la compensación correspondiente.

**21.** Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.

El presente proyecto es para la construcción de una granja Porcicola no se realizarán actividades cinegéticas en el área del proyecto, por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.

**22.** En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos.





No se establecerán áreas de pastoreo, ni de vegetación forrajera, ni se utilizarán especies introducidas en el área del proyecto, el proyecto es de tipo semi intensivo, por lo que el proyecto cumple con el presente criterio. Los cerdos utilizados en el presente proyecto serán alimentados con alimentos balanceados.

### **Política Restauración**

1. Recuperar las tierras no productivas y degradadas.

En el área del proyecto no se registraron tierras degradadas debido a que se presenta vegetación secundaria. Actualmente el área no se utiliza para alguna actividad productiva lo cual cambiara con el establecimiento del proyecto con el cual se generaran empleos durante la generación y operación del mismo.

2. Restaurar las áreas de extracción de materiales pétreos.

No se extraerá material pétreo en el área del proyecto. El presente proyecto tiene por naturaleza la implementación de un área para la construcción y operación de una granja multiplicadora, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto.

5. Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.

El proyecto promoverá el desmonte únicamente de las áreas proyectadas en el plano. Se contemplan áreas en donde se mantendrá la vegetación nativa presente que fungirán como áreas de amortiguamiento y bioseguridad, favoreciendo al cuidado de los suelos de los procesos erosivos y perturbadores.

6. Promover la recuperación de poblaciones silvestres.

En las áreas de amortiguamiento y bioseguridad se promoverá la recuperación de las poblaciones silvestres de flora y fauna presente en el área del proyecto al establecer un área en donde podrán desarrollarse, así mismo se promoverá el desmonte únicamente de las áreas proyectadas en el plano con la finalidad de disminuir la superficie a desmontar.



**8.** Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.

*El presente proyecto será para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el proyecto no es de tipo turístico, no se construirá infraestructura turística de ningún tipo.*

**11.** Restaurar superficies dañadas con especies nativas.

*El proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación nativa existente en el predio, así mismo el proyecto contempla áreas que conservarán la vegetación nativa tal y como se encuentra en la actualidad y que servirán como áreas de amortiguamiento y bioseguridad, las áreas verdes estarán conformadas con especies nativas de la región, no se utilizarán especies introducidas o exóticas en el área del proyecto.*

**12.** Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.

*No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, el proyecto promoverá desmontar solo las superficies que serán utilizadas para la construcción y operación del proyecto de acuerdo al plano, lo que restringirá la superficie a deforestar y ayudará a conservar la mayor cantidad posible de la vegetación existente en el predio favoreciendo la recarga del manto acuífero.*

**13.** En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.

*No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA*



**14.** En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.

*No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA*

**15.** En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.

*No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA*

**16.** Establecer programas de monitoreo ambiental.

*Durante la construcción del proyecto se contará con supervisión ambiental por parte de una empresa externa, capacitada para realizar los trabajos y vigilar que las acciones se lleven de manera sustentable y de acuerdo a las condicionantes ambientales dictaminadas por la SECRETARÍA. Se presentara informes a la SECRETARÍA del monitoreo ambiental del proyecto.*

**17.** En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.

*No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que*



cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA, por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.

**18.** En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.

No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA, por lo que el presente criterio no aplica para el proyecto.

**19.** Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.

No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA, el material producto del desmonte realizado para la implementación del proyecto, será triturado y reincorporado en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad como mejorador del suelo.

**20.** En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalde debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación.

No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo



necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA, el material producto del desmonte realizado para la implementación del proyecto, será triturado y reincorporado en las áreas de amortiguamiento, bioseguridad y áreas de riego como mejorador del suelo.

**21.** Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.

No se realizara extracción de materiales pétreos en el área del proyecto, ya que el proyecto es para la construcción y operación de una granja multiplicadora, el material pétreo necesario para la construcción del proyecto será obtenido de bancos de préstamo que cuenten con autorización por parte de la SECRETARÍA, el material producto del desmonte realizado para la implementación del proyecto, será triturado y reincorporado en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad como mejorador del suelo.

**20**

## **II. CUMPLIMIENTO A LOS LINEAMIENTOS Y CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANOS ESTATALES Y MUNICIPALES.**

### **PLAN ESTATAL DE DESARROLLO**

El Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018 se estructura con base en los siguientes 5 ejes como grandes temas objeto:

*I. Yucatán Competitivo*

*II. Yucatán Incluyente*

*III. Yucatán con Educación de Calidad*

*IV. Yucatán con Crecimiento Ordenado*

*V. Yucatán Seguro*



A los cuales se agregan 2 ejes de corte transversal que deben estar presentes en los grandes temas, y se denominan:

*VI. Gestión y Administración Pública.*

*VII. Enfoque para el Desarrollo Regional.*

Para el eje Yucatán competitivo La política económica que plantea el Eje apuesta por incrementar la competitividad de las empresas y la productividad de sus trabajadores, lo cual dará como resultado un estímulo en el consumo interno al mejorar el ingreso de las propias empresas, facilitando a los trabajadores la posibilidad de acceder a mejores niveles de vida. Establece que para lograr un Yucatán competitivo se identifican como los pilares más importantes de la economía la producción agropecuaria de calidad, el turismo y el desarrollo industrial, con particular

La prioridad de la política de desarrollo rural es tener una actividad agropecuaria y pesquera organizada, ordenada y articulada, donde la participación conjunta entre productores, empresarios y con la concurrencia de todas las dependencias federales y estatales vinculadas, se enfoque hacia un solo objetivo: lograr la efectividad de los programas de apoyo para incrementar la productividad del campo yucateco desde un enfoque regional.

El proyecto promoverá el desarrollo de la industria agropecuaria en el Estado de Yucatán, apegándose a los usos del suelo de la región, así como a las leyes, reglamentos y normas estatales y federales que le apliquen.

Dentro de los objetivos de este eje se encuentra incrementar el desarrollo agroindustrial y su plataforma económica en Yucatán, el proyecto cumple con los objetivos de este programa al promover el desarrollo pecuario en el Estado, lo que generará una derrama económica para los habitantes de las localidades cercanas y como consecuencia incrementará el desarrollo económico en el Estado.

**III. VINCULACIÓN CON LAS LEYES EN MATERIA AMBIENTAL****LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE****TÍTULO PRIMERO****Disposiciones Generales****SECCION V****Evaluación del Impacto Ambiental**

**ARTÍCULO 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 medio 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:

VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

XIII. Obras y 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 establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

Para dar cumplimiento se elabora el estudio de evaluación de impacto ambiental modalidad particular y será sometido a evaluación y autorización por parte de la SEMARNAT.

**CAPÍTULO II****Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos**

ARTÍCULO 103.- Quienes realicen actividades agrícolas y pecuarias deberán llevar a cabo las prácticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración necesarias para evitar la degradación del suelo y desequilibrios ecológicos y, en su caso, lograr su rehabilitación, en los términos de lo dispuesto por ésta y las demás leyes aplicables.

*El proyecto aplicara técnicas de preservación y cuidado de los ecosistemas con El fin de ser un proyecto sustentable y amigable con el medio ambiente, para ello las medidas tomadas se describen en el presente estudio, mismo que será sometido a evaluación por la SECRETARIA.*

**TÍTULO CUARTO****Protección al Ambiente****23****CAPÍTULO II****Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera**

**Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:**

**Fracción II.** Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico

*Las emisiones de fuentes móviles generadas en la etapas de construcción y operación serán producto de los vehículos utilitarios que entren y salgan del área del proyecto y que circulen dentro del área donde se ubicarán las granjas y otras instalaciones, estas serán controladas por medio de la afinación y verificación vehicular de acuerdo al calendario*





establecido por el Estado y en los sitios autorizados para tal fin, cumpliendo de esta manera con la normatividad relativa a este tipo de emisiones

En la etapa de operación para el correcto control de las emisiones de los incineradores se llevará una bitácora con los datos de operación y mantenimiento de estos equipos, además de llevar el registro de las mediciones y análisis de las emisiones a la salida de los gases de chimenea, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del equipo, las buenas prácticas del personal a cargo y el cumplimiento con la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

También se contarán con equipos de generación de energía eléctrica a base de diesel, los cuales serán utilizados en caso de cortes o variaciones en el suministro de energía eléctrica. Estos equipos contarán con mantenimiento periódico y se llevarán bitácoras para el control y seguimiento.

**24**

### **CAPÍTULO III**

#### **Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos**

**Artículo 117.** Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

En las etapas de preparación del sitio y construcción considerando el tiempo de estancia de los trabajadores de la obra en el sitio, como principal requisito se instalarán sanitarios móviles (letrinas) que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal y será colocados en una proporción de uno por cada quince trabajadores. La instalación de estos sanitarios portátiles, así como el manejo de dichas aguas residuales estará a cargo de la empresa constructora, la cual contratará un servicio especializado para brindar el servicio.



En la etapa de operación El proyecto contempla la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas residuales producidas en las granjas y área de control de acceso y arco sanitario. El tratamiento de estas aguas residuales será por medio de un biodigestor, luego un clarificador o separador de sólidos, una laguna de oxidación y finalmente un sistema de cloración. Desde la laguna de Oxidación y luego del tratamiento con cloro, las aguas tratadas pasarán al sistema de riego que dará servicio al área designada para tal fin.

Para el aprovechamiento de agua y la descarga de aguas tratadas por medio de riego, se solicitará el Título de Concesión de Aguas Nacionales, así como el Permiso de Descarga de Aguas Residuales ante la Dirección Local Yucatán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que corresponde para poder llevar a cabo estas actividades.

Las aguas residuales que se producirán en las áreas de servicios de las granjas, así como del arco sanitario, serán canalizadas y tratadas en el sistema de tratamiento por biodigestión

**25**

**Artículo 120.-** Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:

**III.** Las descargas derivadas de actividades agropecuarias;

En la etapa de operación El proyecto contempla la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas residuales producidas en las granjas y área de control de acceso y arco sanitario. El tratamiento de estas aguas residuales será por medio de un biodigestor, luego un clarificador o separador de sólidos, una laguna de oxidación y finalmente un sistema de cloración. Desde la laguna de Oxidación y luego del tratamiento con cloro, las aguas tratadas pasarán al sistema de riego que dará servicio al área designada para tal fin.

Para el aprovechamiento de agua y la descarga de aguas tratadas por medio de riego, se solicitará el Título de Concesión de Aguas Nacionales, así como el Permiso de Descarga de



Aguas Residuales ante la Dirección Local Yucatán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que corresponde para poder llevar a cabo estas actividades.

Las aguas residuales que se producirán en las áreas de servicios de las granjas, así como del arco sanitario, serán canalizadas y tratadas en el sistema de tratamiento por biodigestión

## **CAPÍTULO IV**

### **Prevención y Control de la Contaminación del Suelo**

**Artículo 134.** Fracción III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

El manejo y disposición de los residuos generados por el proyecto se describe a continuación.

26

#### **Residuos sólidos.**

Éstos se generarán mayormente debido a la alimentación de los trabajadores de la construcción, y consistirán básicamente en residuos orgánicos (restos de comida) y en residuos inorgánicos (botellas de refrescos, bolsas, etc.). Todo lo anterior se colocará dentro de contenedores con tapa, rotulados de acuerdo al contenido, dispuestos en las áreas de alimentación de los mismos trabajadores. Dichos contenedores serán retirados de manera periódica hacia el sitio de disposición final más cercano al área del proyecto. Que pueden ser el relleno sanitario del Municipio de Mayapan o en el relleno sanitario del municipio de Peto.

El proyecto implementará un Programa de Manejo de Residuos Sólidos no Peligrosos, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado a los mismos

**Residuos peligrosos.****Preparación del sitio y construcción.**

Durante esta etapa no se prevé la generación de residuos peligrosos, en caso de generarse serán producto de mantenimiento menor a la maquinaria (en caso de presentarse una emergencia), y por envases vacíos que contuvieron sustancias consideradas peligrosas o con características CRETIB, estos residuos serán separados de acuerdo a sus características y almacenados temporalmente bajo techo por un tiempo menor a seis meses, posteriormente serán dispuestos mediante un empresa autorizada por la SEMARNAT.

**Operación.**

Se designará un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados, el almacenamiento cumplirá con las condiciones indicadas en el Art. 82 del reglamento de la LGPGIR. El almacén estará separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados, se ubicará en una zona en donde se minimicen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; Contará con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención, fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; para el almacenamiento de residuos líquidos contará con pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; Contará con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; Contará con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; El almacenamiento se realizará en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su



incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, No se estibarán más de tres tambores en forma vertical. En el área de almacenamiento no existirán conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida; Las paredes estarán construidas con materiales no inflamables; El almacén contará con ventilación natural. No rebasará la capacidad de almacenamiento.

Durante la operación del proyecto los residuos biológicos infecciosos que se generarán serán agujas usadas para la aplicación de vacunas y medicamentos. Estos residuos serán manejados en contenedores plásticos con tapa de color rojo y señalados con el rombo de peligrosidad y perfectamente identificables, de acuerdo a la NOM- 087-SEMARNAT-SSA1-2002 Los residuos peligrosos se almacenarán dentro del almacén de residuos peligrosos por un periodo no mayor a seis meses. Posteriormente se contratarán los servicios de una empresa especializada para recogerlas y llevarlas al sitio de disposición final.

**28**

Residuos de manejo especial.

Los residuos de manejo especial serán almacenados en un área del proyecto dentro del área de construcción, a la brevedad posible serán dispuestos en sitios autorizados por la Secretaría.

**Artículo 151.** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.



Se verificará ante la SECRETARÍA que los proveedores del servicio encargados de la recolección de residuos peligrosos cuenten con autorización vigente, por lo que se les solicitará exhiban sus autorizaciones vigentes para el transporte y almacenamiento de residuos peligrosos, así mismo deberán exhibir las autorizaciones vigentes del sitio de disposición final.

### **LEY DE AGUAS NACIONALES.**

**ARTÍCULO 20.** De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

29

La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.

Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) los títulos de concesión para la apertura de pozos de extracción de agua.

**ARTÍCULO 21.** La solicitud de concesión o asignación deberá contener al menos:

**VIII.** La duración de la concesión o asignación que se solicita.

Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación,



uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas. La solicitud especificará la aceptación plena del beneficiario sobre su obligación de pagar regularmente y en su totalidad las contribuciones fiscales que se deriven de la expedición del título respectivo y que pudieren derivarse de la extracción, consumo y descarga de las aguas concesionadas o asignadas, así como los servicios ambientales que correspondan. El beneficiario conocerá y deberá aceptar en forma expresa las consecuencias fiscales y de vigencia del título respectivo que se expida en su caso, derivadas del incumplimiento de las obligaciones de pago referidas.

*Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) los permisos para realización de obras de extracción y descarga de agua.*

**ARTÍCULO 42.** Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:

**30**

- I.** Concesión o asignación para su explotación, uso o aprovechamiento;
- II.** Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar, y
- III.** Permisos para las obras de perforación, reposición o relocalización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación.

*Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) los títulos de concesión y permisos para el aprovechamiento del agua.*

**Artículo 88 BIS.** Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán:

- II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas;



Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se instalarán letrinas portátiles, la recolección y tratamiento de estas aguas serán responsabilidad de la empresa prestadora del servicio, solo se contratarán proveedores autorizados que traten sus aguas mediante una PTAR.

En la etapa de operación El proyecto contempla la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas residuales producidas en las granjas y área de control de acceso y arco sanitario. El tratamiento de estas aguas residuales será por medio de un biodigestor, luego un clarificador o separador de sólidos, una laguna de oxidación y finalmente un sistema de cloración. Desde la laguna de Oxidación y luego del tratamiento con cloro, las aguas tratadas pasarán al sistema de riego que dará servicio al área designada para tal fin.

Para el aprovechamiento de agua y la descarga de aguas tratadas por medio de riego, se solicitará el Título de Concesión de Aguas Nacionales, así como el Permiso de Descarga de Aguas Residuales ante la Dirección Local Yucatán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que corresponde para poder llevar a cabo estas actividades.

Las aguas residuales que se producirán en las áreas de servicios de las granjas, así como del arco sanitario, serán canalizadas y tratadas en el sistema de tratamiento por biodigestión



**LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS****TÍTULO QUINTO****MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS****CAPÍTULO I****DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

*Los residuos peligrosos generados serán identificados y clasificados de acuerdo a sus características CRETIB, se manejarán separadamente no realizando mezcla de aquéllos que sean incompatibles entre sí, serán almacenados por un tiempo no mayor a seis meses de acuerdo a su categoría de generación en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR; serán transportados para su disposición final mediante empresas autorizadas por la Secretaría.*

**Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

*Los residuos peligrosos generados serán almacenados en el almacén temporal de residuos peligrosos y dispuestos mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT, por lo que se les solicitará a las empresas prestadoras del servicio exhiban las siguientes autorizaciones:*



- Autorización de transporte de cada una de las empresas que se encarguen de trasladar los residuos, ya sea al almacén temporal de la empresa prestadora del servicio o al sitio de disposición final.
- Autorización del almacenamiento de la empresa prestadora del servicio de recolección
- Autorización del sitio de disposición final.

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

Para un mejor manejo y clasificación los contenedores de residuos peligrosos contarán con identificación, los residuos peligrosos serán almacenados de acuerdo a: sus características de incompatibilidad; de acuerdo a sus características CRETIB, de acuerdo a su estado físico, en la etiqueta de los contenedores se apreciará el nombre del residuo, clave CRETIB, rombo de seguridad, el almacenamiento se realizarán en un sitio que cumpla con las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR.

**33**

## **CAPÍTULO IV**

### **MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS**

**Artículo 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

No se realizará mezcla de residuos peligrosos con residuos peligrosos de características distintas, ni se mezclaran residuos peligrosos con residuos sólidos, ni se mezclaran con



residuos de manejo especial. Para ello el almacenamiento de los residuos se realizará en áreas separadas e identificadas, el almacenamiento de los residuos peligrosos reunirá las condiciones señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR

## **TÍTULO SEXTO**

### **DE LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL**

#### **CAPÍTULO ÚNICO**

**Artículo 100.-** La legislación que expidan las entidades federativas, en relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos podrá contener las siguientes prohibiciones:

**I.** Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable;

**II.** Incinerar residuos a cielo abierto, y

**III.** Abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Asimismo prohibir la disposición final de neumáticos en predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, en cuerpos de agua y cavidades subterráneas.

En ninguna de las etapas del proyecto se depositarán residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados, ni se incinerarán residuos en ningún sitio dentro o fuera del predio.

Los residuos Sólidos serán dispuestos en el relleno sanitario del municipio de Mayapan o en su caso en el relleno sanitario del municipio de Peto.

**LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE****TÍTULO V****DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO  
SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE****CAPÍTULO V****EJEMPLARES Y POBLACIONES EXÓTICOS**

**Artículo 27 Bis.-** No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.

*En las áreas verdes del proyecto no se utilizarán especies introducidas, las áreas verdes estarán conformadas por vegetación nativa de la región que vayan de acuerdo al tipo de suelo presente en el sitio.*

**CAPÍTULO VI****TRATO DIGNO Y RESPETUOSO A LA FAUNA SILVESTRE**

**Artículo 30.** El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

*En el área del proyecto por ningún motivo se extraerán o aprovecharán especies de fauna silvestre, antes de iniciar los trabajos de preparación del sitio y construcción se impartirán pláticas a los trabajadores sobre las consecuencias del aprovechamiento ilícito de la fauna silvestre.*

**TÍTULO VI****CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE****CAPÍTULO I****36****ESPECIES Y POBLACIONES EN RIESGO Y PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN**

**Artículo 58.** Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

- 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 hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- b)** Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat 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 y conservación de poblaciones de especies asociadas.

En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es *zamia Loddigesii*, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: *Ctenosaura similis*, *Melanegris ocellata* (amenazada), *Vireo pallens*, *Crypturellus Cinnamomeus*, *Eupsittula nana* (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

## **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

### **CAPITULO III.**

**37**

#### **Del Sector Público Federal Forestal**

##### **Sección 1.**

##### **De las Atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en**

##### **Materia**

##### **Forestal**

**ARTICULO 16.** La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

**XX.** Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales;

Se elaboró el Estudio Técnico Justificativo por el cambio de uso de suelo en el área del proyecto, el Estudio será sometido para evaluación y autorización por parte de la SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES SEMARNAT.

**Sección 3.****De las Promotorías de Desarrollo Forestal****CAPITULO IV.****De la Coordinación Institucional**

**ARTICULO 27.** De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, se coordinará con la Secretaría y con la participación de la Comisión, en su caso, para el cumplimiento de los objetivos del Servicio Nacional Forestal previstos en la presente Ley y, particularmente, en los siguientes aspectos:

**VII.** Incorporar el componente forestal y el de conservación de suelos en los espacios agropecuarios, especialmente los terrenos de ladera;

*El proyecto contempla áreas en donde se mantendrá la vegetación nativa, estas áreas tendrán la función de áreas de amortiguamiento y bioseguridad, en las cuales se conservará el suelo en su estado natural.*

**38****CAPITULO III.****Del Manejo Forestal Sustentable y Corresponsable****Sección 1.****De los Servicios Técnicos Forestales**

**ARTICULO 108.** Los servicios técnicos forestales comprenden las siguientes actividades:

IX. Elaborar los estudios técnicos justificativos de cambio de uso de suelo de terrenos forestales;

*Se elaboró el Estudio Técnico Justificativo por parte de un prestador autorizado que cuenta con registro forestal nacional, el estudio será sometido para su evaluación y autorización ante la SEMARNAT.*

**LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN**

**Artículo 32.-** Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades.

v.- El establecimiento y construcción de plantas industriales que no sean competencia de la federación, así como las agroindustrias y los centros de producción pecuaria con superficies mayores de cinco mil metros cuadrados.

*El proyecto se someterá a evaluación y aprobación por parte de la SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE.*

**Artículo 111.-** La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reusó o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

*En la etapa de construcción del proyecto se establecerán sanitarios portátiles, el proveedor contratado será el responsable de tratar el agua de los sanitarios en sitios autorizados, en la operación del proyecto las aguas generadas serán tratadas mediante un Biodigestor.*

**39****LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS EN EL ESTADO DE YUCATÁN**

**Artículo 27.-** Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial:

**I.-** Separar y almacenar los residuos de acuerdo a la normatividad aplicable;

*Los residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto, serán almacenados y clasificados para su disposición final en el relleno sanitario del municipio de Mayapan o en su caso en el relleno sanitario del municipio de Petito. Los residuos de manejo especial serán dispuestos en los sitios autorizados por la secretaría.*



**REGLAMENTOS****REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES**

**ARTICULO 30.-** Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

*Se solicitará ante CONAGUA el título de concesión para la habilitación de pozos de extracción de agua, así mismo se solicitará el permiso de descarga para disponer el agua tratada como riego.*

**ARTICULO 134.-** Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

*Las aguas residuales generadas en la etapa de operación serán tratadas mediante un Biodigestor, y una laguna de oxidación posteriormente serán dispuestos en áreas destinadas para riego.*

**Artículo 151.** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales,... y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...

*No se depositarán residuos en sitios no autorizados, los residuos sólidos serán dispuestos en el relleno sanitario de la ciudad de Mérida, los residuos de manejo especial serán dispuestos en sitios autorizados para ello, los residuos peligrosos serán dispuestos*



mediante empresas autorizadas por la SERMARNAT quienes se encargarán de llevarlos a un sitio de disposición final autorizado.

El agua generada de las letrinas portátiles en la etapa de preparación del sitio y construcción, será dispuesta por la empresa arrendadora en una PTAR. Por lo que solo se contratarán proveedores autorizados.

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

O) Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

- I. 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, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

V) actividades agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas:

Para dar cumplimiento con estas condiciones se presenta la evaluación de impacto ambiental y será resuelto por la Secretaría.



**Artículo 9o.-** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

*Se presentará la manifestación de impacto ambiental ante la secretaría para su evaluación.*

## **REGLAMENTO DE LA LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

### **TÍTULO CUARTO**

#### **DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN FORESTAL**

#### **CAPÍTULO SEGUNDO**

##### **Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales**

**Artículo 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I.** Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II.** Lugar y fecha;
- III.** Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV.** Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.



Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

*El Promovente ingresará a la SEMARNAT el Estudio Técnico Justificativo por el cambio de uso de suelo solicitado para su evaluación y autorización.*

## **REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.**

**Artículo 9.** Las autoridades o los particulares que realicen obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, deberán consultar y vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en el Territorio del Estado antes de realizar cualquier acción, para determinar si la vocación del suelo es compatible con la obra o actividad propuesta; para ello deberán solicitar a la Secretaría que emita su opinión sobre la compatibilidad del proyecto, mediante un dictamen de factibilidad urbana ambiental, previa presentación de la información que se indica en el artículo 28 de este Reglamento.

*Se solicitó la opinión de la Secretaria de Desarrollo Urbano Y Medio Ambiente se ingresa copia de la factibilidad urbana ambiental, el proyecto será sometido a evaluación y autorización por parte de la SECRETARÍA.*

**Artículo 15.** Las personas físicas o morales que lleven a cabo obras o actividades, establecidas en el artículo 32 de la Ley instrumentarán para la protección y conservación del medio ambiente, las siguientes medidas:

**I.** La vegetación no forestal derivada de la remoción de suelos en las actividades relacionadas con los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios o actividades de otra índole, deberá ser triturada y dispuesta en los términos del artículo 207 de este Reglamento;



La vegetación producto de la etapa de desmonte y despalde, será triturada y dispuesta en el sitio donde señale la Secretaría, o en su caso reincorporada a las áreas verdes y áreas de bioseguridad.

**Artículo 35.** Para los efectos de la autorización a que se refiere el artículo 31 de la Ley, son obras o actividades que deben sujetarse necesariamente al procedimiento de evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental o, en su caso, del Estudio de Riesgo las siguientes:

**II.** El establecimiento y construcción de plantas industriales que no sean competencia de la Federación, así como las Agroindustrias y los centros de producción pecuaria con superficies mayores a cinco mil metros cuadrados;

Se elaboró el estudio de impacto ambiental y será sometido para su evaluación y autorización por la construcción y operación ante la SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE (SEDUMA).

**44**

## **REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO**

**Artículo 32.** Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

La operación de maquinaria y vehículos durante la preparación del sitio y la construcción será fuente de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles emitidos no serán excesivos, considerando el tipo de maquinaria a utilizar. Los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg., 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg. y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. La maquinaria que se utilice presentará buenas condiciones de mantenimiento por lo que no se rebasará la normatividad aplicable.



## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

**Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

*La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.*

*Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*

*Los residuos peligrosos generados, serán dispuestos mediante una empresa autorizada por la Secretaría quienes se encargarán de trasladarlos a sitios de disposición final autorizados. Se verificará que las autorizaciones de los prestadores del servicio se encuentren vigentes se les solicitará exhiban sus autorizaciones para el transporte y almacenamiento de residuos peligrosos, así mismo deberán exhibir las autorizaciones vigentes del sitio de disposición final.*

**Artículo 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a



seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

No se realizará mezcla de residuos en ninguna de las etapas del proyecto. Los contenedores de residuos peligrosos estarán rotulados para evitar la mezcla entre ellos o la mezcla con otros residuos sólidos.

### **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

#### **NOM-001-SEMARNAT-1996**

Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Las aguas residuales generadas en las etapas constructivas provenientes de los sanitarios portátiles, serán responsabilidad de la empresa proveedora del servicio, para lo cual solo se contrataran empresas autorizadas por la secretaría.

En la etapa de operación El proyecto contempla la construcción de un sistema de tratamiento para las aguas residuales producidas en las granjas y área de control de acceso y arco sanitario. El tratamiento de estas aguas residuales será por medio de un biodigestor, luego un clarificador o separador de sólidos, una laguna de oxidación y finalmente un sistema de cloración. Desde la laguna de Oxidación y luego del tratamiento con cloro, las aguas tratadas pasarán al sistema de riego que dará servicio al área designada para tal fin.



Las aguas residuales que se producirán en las áreas de servicios de las granjas, así como del arco sanitario, serán canalizadas y tratadas en el sistema de tratamiento por biodigestión.

Se realizarán análisis de manera periódica mediante un laboratorio acreditado por la EMA para verificar que las aguas descargadas cumplan con los límites máximos permitidos en la NOM-001-SEMARNAT 1996.

#### **NOM-004-SEMARNAT-2002,**

Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

En la etapa de operación los lodos provenientes del Biodigestor y laguna, resultado de las excretas de los cerdos serán deshidratados en canchas de secado dentro del área del proyecto, así mismo como medida de prevención de la contaminación, se realizarán análisis para verificar que los lodos no rebasen los límites máximos permisibles citados en esta norma.

#### **NOM-041-SEMARNAT-2015**

Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

El objetivo y campo de aplicación de la norma señala lo siguiente: es obligación el cumplimiento de ésta los propietarios de vehículos y los centros de verificación a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a la industria de la construcción y minera; por lo que la maquinaria a utilizar en la construcción del proyecto, no está obligada a dar cumplimiento a dicha normatividad. Para cumplimiento de esta norma se someterá a verificación vehicular los vehículos utilitarios (camionetas de supervisión, carros de operación y mantenimiento).



**NOM-044-SEMARNAT-2006**

Emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.

Los vehículos utilitarios (camionetas de supervisión, carros de operación y mantenimiento) serán sometidos a verificación vehicular ante la SECRETARÍA. Así mismo se promoverá el mantenimiento preventivo de los vehículos utilizados.

**NOM-052-SEMARNAT-2005**

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

Los residuos peligrosos serán identificados, clasificados Y almacenados de acuerdo a sus características fisicoquímicas y de incompatibilidad de acuerdo a lo establecido en la presente norma y en la NOM-054-SEMARNAT, no se realizará mezcla entre residuos peligrosos, ni se mezclaran con residuos no peligrosos, se rotulara los contenedores de acuerdo al tipo de residuo para evitar mezcla entre ellos.

**NOM-054-SEMARNAT-1993**

Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

No se realizará mezcla de residuos en ninguna de las etapas del proyecto.

**NOM-059-SEMARNAT-2010**

Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

*En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es zamia Loddigesii, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: Ctenosaura similis, Melanegris ocellata (amenazada), Vireo pallens, Crypturellus Cinnamomeus, Eupsittula nana (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.*

**NOM-062-SEMARNAT-1994,**

Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.

**49****4. ESPECIFICACIONES**

*Para mitigar los efectos adversos ocasionados a la biodiversidad por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios se deberá:*

**4.1** Respetar la extensión total de la vegetación ribereña.

*El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que en ningún momento se afectará vegetación riverena, que se define como la que crece sobre o cerca de los bancos de corrientes o cuerpos de agua en suelos que presentan características de humedad.*

**4.2** Mantener franjas perimetrales de vegetación natural que sirvan como cortinas rompevientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.



La superficie que se solicita para cambio de uso de suelo corresponde al 51 ha de la totalidad del predio, las granjas se encontraran inmersas en una matriz de vegetación de selva mediana como se observa en los planos anexos, que servirán como barreras naturales de amortiguamiento y bioseguridad.

**4.3** Determinar para cada predio, con base en el tipo de cobertura que proporcione la vegetación presente, el ancho de las franjas perimetrales y transversales para la división de parcelas.

El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora donde no se realizaran división de parcelas debido a que el proyecto no es de tipo agrícola, sin embargo dentro del proyecto se consideran áreas en donde se mantendrá la vegetación nativa como se encuentra en la actualidad, que fungirán como barreras de amortiguamiento y bioseguridad.

4.4 En el caso de cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agrícolas se observara lo siguiente:

4.4.1 Mantener franjas de vegetación natural perpendiculares a la dirección de los vientos, respetando las características de la vegetación presente. Dichas franjas deberán ubicarse entre las diferentes parcelas de cultivo y entroncar con la franja perimetral.

El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora por lo que el proyecto no es de tipo agrícola, sin embargo dentro del proyecto se considera una área de vegetación nativa y otros usos que servirán como áreas de amortiguamiento y bioseguridad que se ubicarán alrededor de las granjas.

**4.4.2** Determinar para cada predio el ancho de las franjas perimetrales y transversales para la división de parcelas, tomando en cuenta principalmente el tipo de cobertura que proporcione la vegetación presente.



El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora por lo que el proyecto no es de tipo agrícola, sin embargo dentro del proyecto se considera áreas de amortiguamiento y bioseguridad que se ubicaran alrededor de la granja.

**4.5** Conservar, en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a pecuarios, de dos a cuatro parches de vegetación natural por hectárea con una superficie mínima de 400 m<sup>2</sup>, tomando en cuenta para su selección y ubicación sean representativos de las comunidades vegetales presentes y que proporcionen sombra al ganado.

La superficie que se solicita para cambio de uso de suelo corresponde al 12.8 % de la totalidad del predio, las granjas se encontraran inmersas en una matriz de vegetación de selva mediana como se observa en los planos anexos, que corresponde al área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio.

**4.6** En los predios sujetos a cambios de uso del suelo se deberá conservar como mínimo un 20% de la superficie total cubierta por la vegetación original presente, distribuida en franjas y parches de vegetación.

La superficie que se solicita para cambio de uso de suelo corresponde al 12.8 % de la totalidad del predio, las granjas se encontraran inmersas en una matriz de vegetación de selva mediana como se observa en los planos anexos, que corresponde al área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio.

**4.7** En caso de encontrarse especies de flora o fauna listadas en la norma oficial mexicana correspondiente como raras, amenazadas, en peligro de extinción, o sujetas a protección especial, únicamente se evaluará la posibilidad de llevar a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos, diferente al cambio de uso del suelo, que no implique la desaparición local de estas especies y sus requerimientos de hábitat. La evaluación estará sujeta a que el interesado presente una manifestación de



impacto ambiental en su modalidad general, la cual deberá ser complementada con la siguiente información:

En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es *zamia Loddigesii*, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: *Ctenosaura similis*, *Melanegris ocellata* (amenazada), *Vireo pallens*, *Crypturellus Cinnamomeus*, *Eupsittula nana* (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora en el cual no se llevará a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos. Únicamente se está solicitando el cambio de uso de suelo, como parte del proyecto se contempla la aplicación de un programa de reubicación de la totalidad de ejemplares de la especie *Zamia loddigesii* a las áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**52**

4.7.1 La distribución, características de la población y hábitat de las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción.

En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es *zamia Loddigesii*, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: *Ctenosaura similis*, *Melanegris ocellata* (amenazada), *Vireo pallens*, *Crypturellus Cinnamomeus*, *Eupsittula nana* (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora en el cual no se llevará a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos. Únicamente se está solicitando el cambio de uso de suelo, como parte del proyecto se



contempla la aplicación de un programa de reubicación de la totalidad de ejemplares de la especie *Zamia loddigesii* a las áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**4.7.2** La descripción de las comunidades vegetales existentes en el área de interés y su grado de conservación.

En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es *zamia Loddigesii*, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: *Ctenosaura similis*, *Melanegris ocellata* (amenazada), *Vireo pallens*, *Crypturellus Cinnamomeus*, *Eupsittula nana* (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora en el cual no se llevará a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos. Únicamente se está solicitando el cambio de uso de suelo, como parte del proyecto se contempla la aplicación de un programa de reubicación de la totalidad de ejemplares de la especie *Zamia loddigesii* a las áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**4.7.3** Las propuestas de usos alternativos del área con sistemas integrales como los agroforestales y silvopastoriles.

En el área del proyecto las especies de flora encontrada bajo la NOM-059-SEMARNAT es *zamia Loddigesii*, (amenazada), serán rescatadas y reubicadas en las áreas de amortiguamiento y bioseguridad del proyecto para su recuperación, en cuanto a las especies de fauna encontradas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT son: *Ctenosaura similis*, *Melanegris ocellata* (amenazada), *Vireo pallens*, *Crypturellus Cinnamomeus*, *Eupsittula nana* (Bajo protección especial) se verificará que no existan nidos de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto. El proyecto consiste en la construcción de una granja multiplicadora en el cual no se llevará a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos. Únicamente se está solicitando el



cambio de uso de suelo, como parte del proyecto se contempla la aplicación de un programa de reubicación de la totalidad de ejemplares de la especie *Zamia loddigesii* a las áreas de amortiguamiento y bioseguridad.

**4.8 Los bosques tropicales perennifolios y mesófilos de montaña originales o maduros, o que presenten un tiempo de regeneración igual o mayor a 20 años y un 30% como mínimo del estrato arbóreo dominante, con un diámetro normalizado igual o mayor a 15 cm, no importando la superficie que ocupen en su área de distribución, serán excluidos de la realización de cualquier tipo de cambio de uso del suelo.**

El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio

**54**

**4.9** En el caso de bosques tropicales perennifolios y mesófilos de montaña que presenten un tiempo de regeneración igual o menor a 19 años e igual o menor a 29% del estrato arbóreo dominante, con un diámetro normalizado igual o mayor a 15 cm, así como en el resto de los tipos de vegetación existentes en los que se pretenda llevar a cabo el cambio de uso del suelo en superficies iguales o mayores a 10 ha, se evaluará la posibilidad de llevar a cabo cierto tipo de aprovechamiento restringido que implique un uso sustentable de los recursos presentes, para lo cual el interesado deberá presentar una manifestación de impacto ambiental modalidad general, la cual deberá ser complementada con la siguiente información:

El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio



**4.9.1** Descripción y estructura de las comunidades vegetales presentes y su grado de conservación.

*El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio*

**4.9.2** Inventario de especies de flora y fauna presentes con base en datos de campo.

*El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio*

**4.9.3** Uso de los recursos del área.

*El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio*

**4.9.4 Usos alternativos diferentes al cambio de uso del suelo pretendido.**

*El área donde se ubica el proyecto el proyecto es vegetación derivada de selva mediana, por lo que este criterio no le aplica. Como medida compensatoria el proyecto considera una área de vegetación nativa y otros usos que tiene una superficie de 161.55 hectáreas que equivale al 61.63 % de la totalidad del predio*

#### **NOM-080-SEMARNAT-1994**

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





La operación de maquinaria y vehículos durante la preparación del sitio y la construcción será fuente de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles emitidos no serán excesivos, considerando el tipo de maquinaria a utilizar. Los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg., 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg. y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. La maquinaria que se utilice presentará buenas condiciones de mantenimiento por lo que no se rebasará la normatividad aplicable.

**NOM-081-SEMARNAT-1994**

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

En la etapa de operación la generación de ruido será por la operación de los sistemas de ventilación de las granjas y por la operación de las plantas de emergencia, se elaborará el estudio de ruido mediante un proveedor capacitado para realizar el estudio y será presentado ante la secretaría para su evaluación.

**56****NOM-085-SEMARNAT-2011,**

Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

En la etapa de operación los equipos a utilizar generan emisiones por debajo de la norma si se encuentran bien calibrados, se promoverá mantenimientos periódicos dentro del programa de mantenimiento, así mismo se realizarán muestreos anuales para verificación.

**NOM-138-SEMARNAT-SS-2003**

Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.



Durante las etapas constructivas se tomarán medidas de prevención, a fin de evitar derrames de hidrocarburos al suelo. En caso de ocurrir, se procederá con la remediación correspondiente, el material será tratado como residuo peligroso y será dispuesto mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT.

## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El área del proyecto no se encuentra dentro de Áreas Naturales Protegidas federales y estatales.

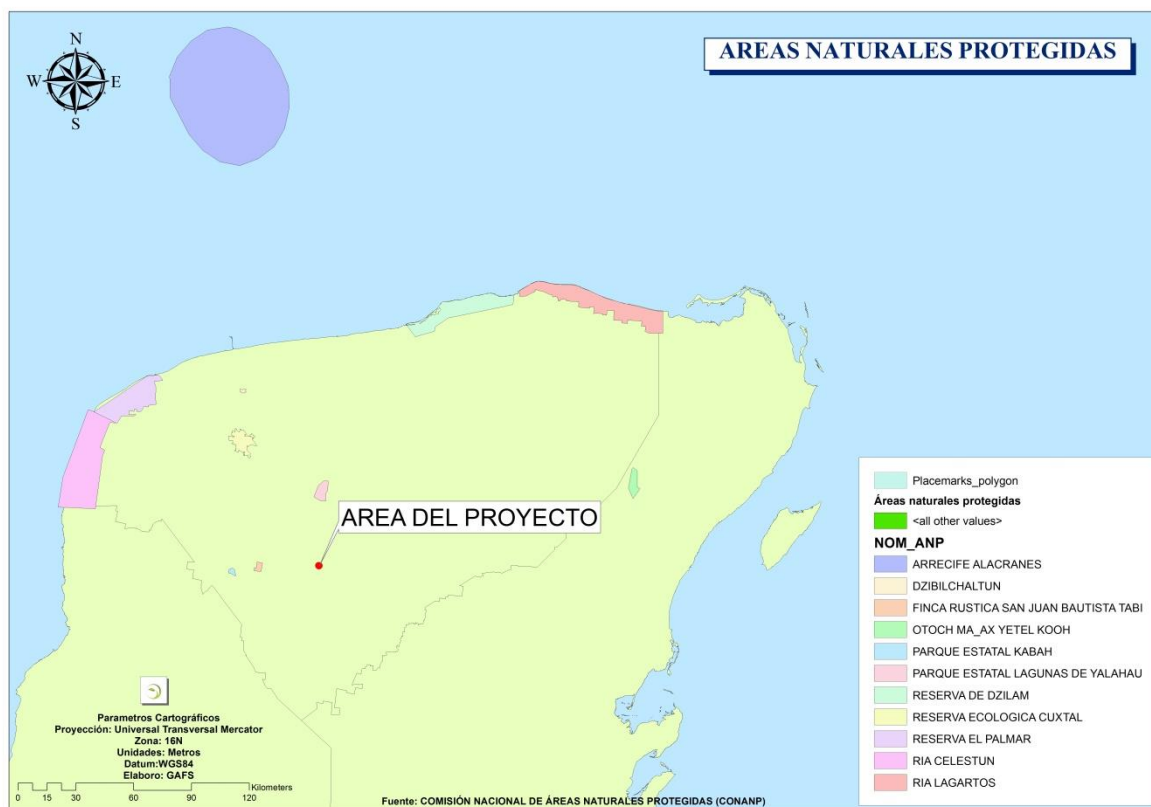


Figura 2. Áreas naturales protegidas.



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

### ***IV.1 Delimitación del área de estudio***

Para delimitar el área de estudio de la construcción y operación de una granja porcícola se tomaron como referencia los alcances que podrán tener las afectaciones ocasionadas por el proyecto a continuación se describe el área de estudio del proyecto en base a los alcances que se dividen en los siguientes grupos:

- Afectación Biológica
- Afectación Química
- Afectación Física
- Afectación Visual
- Afectación Auditiva

1

**Afectación Biológica y Química.** Esta afectación se dará principalmente en el sitio donde se realizará el proyecto, sin embargo, se ha observado que en algunas ocasiones se sobrepasa los límites del predio, por tal motivo se da un margen de afectación de 50 m. Este rubro se refiere a la afectación que tendrá la vegetación, fauna, agua o manto freático, aire y suelo por la instalación del proyecto. El motivo de determinación de este radio es porque en ocasiones la vegetación colindante es afectada accidentalmente y parte de esta perece. En cuanto a fauna, organismos pequeños que habitan en este radio puede perecer incidentalmente.

**Afectación Física.** Esta afectación, al igual que la anterior, se dará principalmente en el sitio donde se realizará el proyecto, sin embargo, se ha observado que en algunas ocasiones sobre pasa los límites del predio, por tal motivo se da un margen de afectación de 12 m. Este rubro se refiere a la afectación que podría tener el proyecto por los polvos que se generen.



**Afectación Visual.** Esta afectación se dará por el cambio en el paisaje, actualmente es el de una vegetación secundaria derivada de selva mediana y cambiará a la de una la construcción de una granja porcícola. El margen de afectación que se propone para este rubro es de 200 m a la redonda del proyecto, esto debido a que las actividades a realizar cambiarán definitivamente la percepción que se tiene actualmente del predio.

**Afectación Auditiva:** El ruido generado durante la etapa de construcción del proyecto se deberá primordialmente al tránsito de los vehículos utilitarios y uso de maquinaria de construcción en el sitio. El margen de afectación inmediato para este rubro es de 300 m a la redonda del área en que se solicita el cambio del uso del suelo, sin embargo, se estimará para fines prácticos la periferia de la propiedad.

Tomando en consideración el radio de afectación más amplio posible, para este análisis se establece que el área de estudio del proyecto tendrá una influencia de 300 metros por los argumentos antes descritos.

2



**Figura1.** Delimitación del área de influencia del proyecto (Buffer azul).



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

### ***IV.2.1 Aspectos abióticos***

#### **a) Clima**

El clima es el estado promedio de la atmosfera de las capas de aire más cercanas a la superficie terrestre y presenta variaciones de un lugar a otro. El clima del estado de Yucatán es uno de los más cálidos de México. Lo anterior se explica por la combinación de diferentes factores: su posición geográfica, en la que tres de sus flancos están rodeados por mares, así como por su relativa cercanía al Trópico de Cáncer y a la Celda Anticiclónica Bermuda Azores, además de la ausencia de orografía considerable (Orellana et al., 2009) y su escasa altitud representada por relieve plano o escasamente ondulado. De acuerdo con Orellana y sus colaboradores (1999), la distribución de los climas de Yucatán está regida principalmente por las interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región y que son los siguientes: a. Corrientes marinas. Las corrientes marítimas que bordean la Península de Yucatán son derivados de la Corriente Ecuatorial Norte del Atlántico, formando la corriente del Caribe que deriva en la del Canal de Yucatán y a su vez en la corriente del Golfo de México. Se trata de corrientes cálidas que fluyen de modo importante en los vientos cálidos húmedos o secos.

**3**

#### **Circulación del este o vientos alisios**

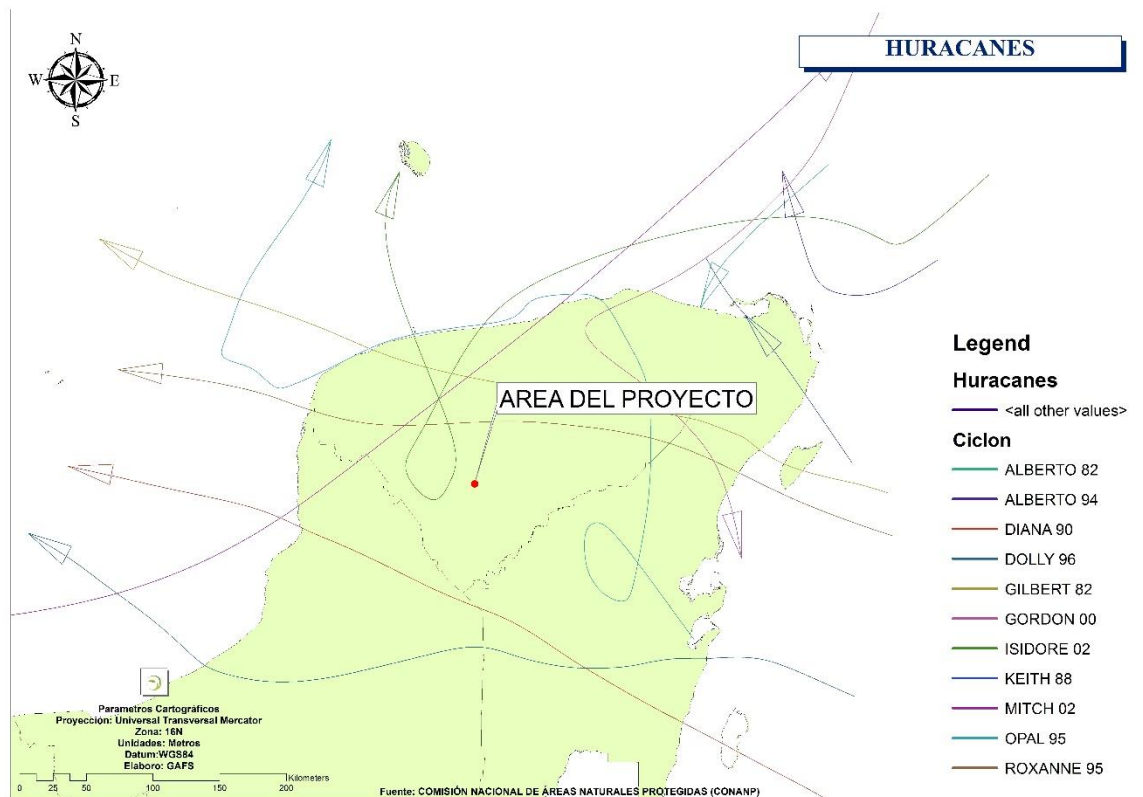
Durante el verano, estos vientos cargados de humedad provienen de la Celda Bermuda Azores y depositan más precipitación conforme se adentra al interior de la península. Los vientos alisios penetran con fuerza entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival en el Estado.

#### **Ondas tropicales**

Se producen en el cinturón de los vientos alisios. Son líneas de flujo onduladas superpuestas a los vientos del este. Apuntan la baja presión hacia el norte y tienen una dirección este-oeste. Es posible que sean los principales contribuyentes de la lluvia durante



el verano. d. Depresiones o tormentas tropicales. Se producen en el seno de las ondas tropicales y son zonas de baja presión temporal que se forman por el calentamiento del océano y pueden llegar a crecer hasta formar huracanes en las diferentes categorías. Las tormentas tropicales que afectan a Yucatán se generan en el Atlántico Oriental (Cabo Verde) o en el Mar de las Antillas. e. Los frentes fríos, nortes o masas de aire polar. Se generan por el choque de vientos circumpolares con los vientos del oeste. A veces ocasionan una bajada abrupta de temperatura con vientos fuertes y en ocasiones lluvias ligeras a muy fuertes.



4

**Figura 2.** Ubicación del Área del proyecto con referencia a las principales entradas de los huracanes de los últimos años.

### **Clasificación del Clima**

Las clasificaciones climáticas agrupan características relacionadas a las condiciones atmosféricas, los elementos climáticos más importantes son, por lo regular, la temperatura



y la precipitación pluvial. A través de las clasificaciones climáticas se describe el comportamiento de estos elementos a lo largo del año, comparando unas regiones con otras. La descripción del clima de una zona o región, sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes. La clasificación de climas de mayor difusión es aquella propuesta en 1936 por el climatólogo alemán Wilhelm Köppen. A partir de 1964, la investigadora Enriqueta García adaptó la clasificación mundial de W. Köppen para las condiciones climáticas específicas de la República Mexicana. Inicialmente esta clasificación se basaba sólo en dos elementos fundamentales: la temperatura y la humedad, posteriormente se le agregaron otros como el viento y la presión, hasta llegar a la clasificación actual. Ésta clasificación ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido utilizada oficialmente en el país, cuyos mapas, a varias escalas, han sido publicados por el actual INEGI y la CONABIO (Orellana *et al.*, 2009).

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN MODIFICADO POR GARCÍA |   |         |   |       |               |                    |  |
|--------------------------------------------------------------------|---|---------|---|-------|---------------|--------------------|--|
| POR SU HUMEDAD                                                     |   | HÚMEDOS |   |       |               | RÉGIMEN DE LLUVIAS |  |
| TEMPERATURA                                                        | f |         | m |       |               |                    |  |
| CÁLIDO<br>T. media anual<br>de 22 a 26°C                           |   |         |   |       | De verano, V  |                    |  |
|                                                                    |   |         |   | Am(f) | Intermedio, I |                    |  |

| POR SU HUMEDAD                           |               | SUBHÚMEDOS |            |         |             |         |   | RÉGIMEN |
|------------------------------------------|---------------|------------|------------|---------|-------------|---------|---|---------|
| TEMPERATURA                              | EL MÁS HÚMEDO |            | INTERMEDIO |         | EL MÁS SECO |         |   |         |
| CÁLIDO<br>T. media anual<br>de 22 a 26°C |               | Aw2        |            | Aw1     |             | Aw0     | V |         |
|                                          |               | Aw2(w)     |            | Aw1(w)  |             | Aw0(w)  |   |         |
|                                          |               | Aw2(x')    |            | Aw1(x') |             | Aw0(x') | I |         |
|                                          |               | Aw2(x')w2  |            | A(x')w1 |             | Ax'(w0) |   |         |

| POR SU HÚMEDAD                           |  | SEMIÁRIDOS |  | ÁRIDOS   |  | MUY ARIDOS |   | RÉGIMEN |
|------------------------------------------|--|------------|--|----------|--|------------|---|---------|
| TEMPERATURA                              |  |            |  |          |  |            |   |         |
| CÁLIDO<br>T. media anual<br>de 22 a 26°C |  |            |  |          |  |            | V |         |
|                                          |  | BS1(h)'    |  | BS0(h')  |  |            |   |         |
|                                          |  | BS1(h')h   |  | BS0(h')h |  |            |   |         |

Fuente: SEDUMA, 2010. Atlas de escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán. Dr. Roger Orellana Lanza.

**Tabla 1.** Sistema de clasificación climática.

Básicamente, el sistema modificado consiste en que a la clasificación original se adicionaron algunos parámetros fundamentales para diferenciar los climas en México, los





que se organizaron en grupos, tipos, subtipos y variantes climáticas. Los grupos climáticos originales de Köppen son: A cálidos húmedos tropicales; B subdivididos en los subtipos BW secos desérticos y BS secos esteparios; C templados; D templados fríos, y E subdivididos en ET fríos de tundra o páramos y EF muy fríos con nieves permanentes. Los regímenes de lluvia posibles en México son con lluvias en verano (w); abundantes todo el año (f); escasas todo el año (x'), y con lluvia en invierno (s). La combinación del grupo climático y del régimen de lluvia dan como resultado los diferentes tipos de clima (Orellana *et al.*, 2009).

Debido a que el territorio mexicano es mayoritariamente montañoso, presenta una amplia superficie de litoral, se encuentra situado entre dos océanos y se localiza entre la zona seca y templada del Norte y la cálida y húmeda en el Sur, la clasificación original de Köppen es insuficiente, ya que no describe en detalle la gran cantidad de climas de transición que se presentan (Orellana *et al.*, 2009).

**6**

De acuerdo a lo anterior, se tiene por ejemplo el caso de la península de Yucatán, en donde siguiendo el sistema original de Köppen, se presentarían solamente dos tipos de climas: el seco estepario en el Noroeste y en todo el resto, el cálido con lluvias en verano. Sin embargo, se puede observar que la realidad es otra y que se presenta un importante gradiente de lluvia, mismo que además se denota por la transición de vegetación desde selva baja en el Norte a selva alta en el Sur (Orellana *et al.*, 2009).

Las adiciones hechas al sistema modificado por E. García son las siguientes (se mencionan únicamente aquellas que aplican a la península de Yucatán): límites en las condiciones de temperatura, índice de Lang o P/T (precipitación total anual entre temperatura media anual), porcentaje de lluvia invernal (determina los regímenes de lluvia), sequía intraestival (define los límites para las condiciones de temperatura de los climas semiáridos y áridos), oscilación térmica (diferencia de temperatura entre el mes más cálido y el mes más frío). Algunas de las letras que aparecen en el sistema modificado se encuentran entre





paréntesis para diferenciarlo del original de Köppen. A continuación, para su mayor comprensión, se explica brevemente los colores y las siglas utilizadas para el caso del presente estudio (Orellana *et al.*, 2009).

En la península de Yucatán están representados dos grupos climáticos que se dividen en varios tipos (grupo y régimen de lluvias) y subtipos (variantes climáticas con condiciones de temperatura y régimen de lluvias, canícula, oscilación térmica y marcha de la temperatura) (Orellana *et al.*, 1999).

Los símbolos climáticos representados en el estado de Yucatán son:

- A.** Grupo de climas cálido-húmedos con temperatura media del mes más frío mayor a 18°.
- B.** Grupo de climas secos. Los límites entre los secos y los húmedos se establecen por medio de fórmulas que relacionan la precipitación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.

**7**

***Símbolos de tipos y subtipos del grupo A:***

**Aw** Cálido subhúmedo con lluvias en verano; de acuerdo con su grado de humedad se divide

en:

- **Aw0** Es el más seco de los cálidos subhúmedos.
- **Aw1** Intermedio en cuanto al grado de humedad, con lluvias en verano.
- Una (**x'**) a continuación de la w indica un porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual mayor de 10.2.
- Una (**x'**) antes que la w indica que el sitio tiene un régimen de lluvias intermedio, en el que no se cumple el requisito de 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo que en el mes más seco.

***Símbolos de tipos y subtipos del grupo B:***

- **BS** Tipo de clima semiárido que se subdivide en dos subtipos de acuerdo con su grado de humedad:



- **BS0** Es el más seco de los semiáridos, con un cociente P/T menor de 22.9.
  - **BS1** Es el menos seco de los BS con un cociente P/T mayor de 22.9.
  - **w** Régimen de lluvias de verano; por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente que en el mes más seco. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.
  - **w(x')** Régimen de lluvias de verano, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 respecto a la anual.
  - **(x')w** Régimen de lluvias uniformemente repartido o intermedio con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.2 y 18.
  - **(h')** Muy calido, temperatura media anual mayor de 22° C y del mes más frío mayor de 18° C.
  - **i** Isotermal, oscilación de la temperatura (mes más cálido menos mes más frío) menor de 5° C.
  - **(i')** con poca oscilación entre 5° y 7° C.
- 
- **g** Marcha de la temperatura tipo Ganges, lo que significa que el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

Como resultado de la interacción de todos los factores climáticos que inciden sobre Yucatán, Orellana y sus colaboradores (1999, 2010a) proponen la distribución de los siguientes climas (de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García):

**BS0 (h') x' i.** Es el más seco de los semiáridos, cálido con lluvias intermedias o irregulares con tendencia a distribuirse hacia el verano; máximo de temperatura cercana al solsticio de verano e isotermal. En este clima se desarrollan comunidades vegetales de especies xerofíticas.

**BS1 (h') w i.** Este clima es el menos seco de los semiáridos, cálido con régimen de lluvias de verano; máximo de temperatura después de mayo e isotermal. En este clima, que rodea



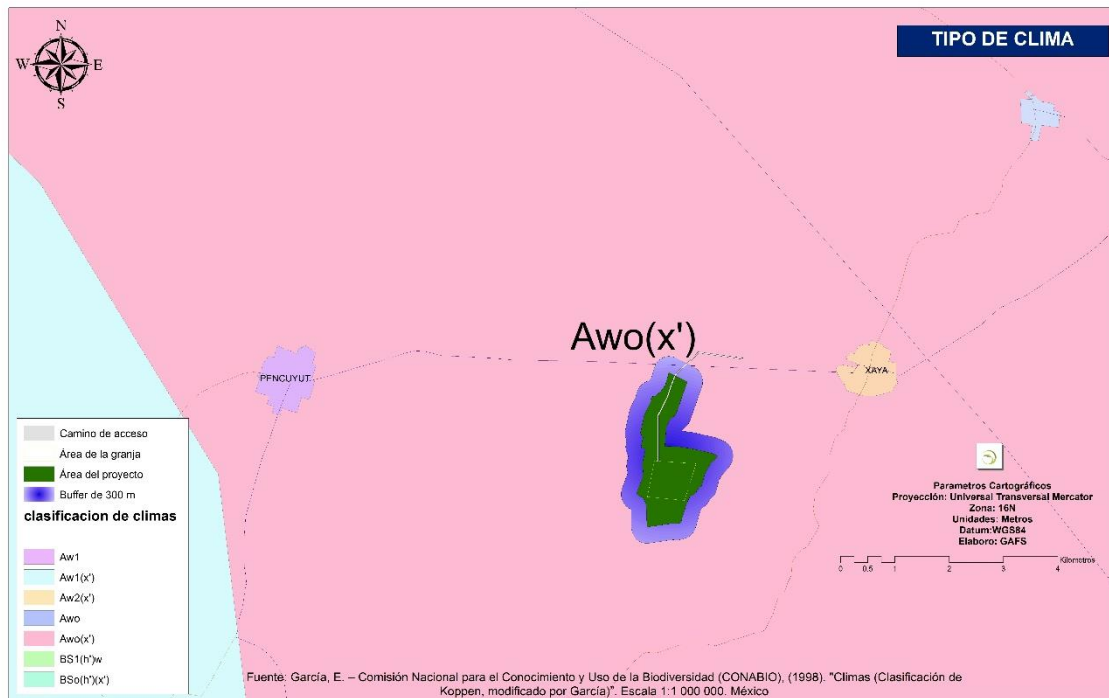
al mencionado anteriormente, se presentan comunidades de selva baja decidua con cactáceas candelabroiformes.

**Aw0 (i') g.** Cálido el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano y porcentaje regular a bajo de lluvia invernal, con poca oscilación térmica y máximo de temperatura antes del solsticio de verano. Es el clima que ocupa la porción occidental del Estado y en el que originalmente se distribuyó la selva más seca de la baja caducifolia.

**Aw0 (x') (i') g.** Cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, así como alto porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máximo térmico antes del solsticio de verano. Este clima se presenta en una amplia zona al oeste y noroeste del Estado, que ha sido ocupada por una transición de selva mediana y baja caducifolia, ligeramente más húmeda que la del clima descrito arriba.

**Aw1 (i') g.** Cálido, subhúmedo, con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máximo de temperatura antes del solsticio de verano. Este es el clima predominante en el "cono sur" del Estado, donde predominaba la selva baja-mediana subcaducifolia.

**Aw1 (x') (i') g.** Cálido, subhúmedo, con lluvias en verano, pero alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Este clima se presenta en una porción al pie del Puuc y el extremo oriental del Estado, donde predominaba la selva baja y mediana subcaducifolia.



**Figura 3.** Clima del área de estudio y del proyecto.

10

Como se observa en la figura anterior el proyecto y área de estudio se ubica en el área donde se distribuye el tipo de clima Aw0 que se define como: Cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, así como alto porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máximo térmico antes del solsticio de verano.

## b) Geología y geomorfología

El estado se localiza aproximadamente entre los paralelos 19°30' a 22° latitud Norte y 7°30' a 90°30' de longitud Oeste, está limitada al este por el estado de Quintana Roo al oeste y norte por el Golfo de México y al sur por los estados de Campeche y Quintana Roo.

El marco geológico regional está en función de las unidades estratigráficas distribuidas dentro de la Provincia Geológica Plataforma de Yucatán, sin embargo, a su vez se limita al



territorio geográfico de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Cabe señalar que parte de esta provincia se extiende a los países vecinos de Guatemala y Belice.

Las unidades litológicas distribuidas en la provincia geológica de la Plataforma de Yucatán, en resumen, consiste de evaporitas y carbonatos principalmente del Terciario y Cuaternario. La descripción de los elementos geológicos y estructurales se limitan a afloramientos que aparecen dentro del territorio mexicano específicamente en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, sin embargo se menciona de manera general algunos afloramientos que se consideran parte de la secuencia estratigráfica de la Plataforma de Yucatán, tal es el caso de depósitos de edad Cretácico que afloran en la Republica de Belice que es importante considerar debido a que corresponde con el inicio del desarrollo marino en esta porción del país. Estos depósitos consisten de calizas, calizas dolomíticas, dolomías con fauna lagunar a post arrecifal con fragmentos principalmente de rudistas (Flores, 1952 y Sapper, 1986 in López-Ramos, 1973) que afloran al sur de las Montañas Maya en Belice.

**11**

Dentro del territorio mexicano aflora la secuencia del terciario al reciente y está representado por seis unidades. Estas unidades están constituidas principalmente por calizas, yesos, margas y dolomías; que consiste de la base a la cima por las formaciones Icaiché (Paleoceno), Chichen Itzá (Eoceno), depósitos de calizas y coquinas (Oligoceno), Bacalar y Estero Franco (Mioceno) y Carrillo Puerto (Mioceno-Plioceno) respectivamente.

El Cuaternario sobreyace discordantemente al Terciario y está representado por depósitos consolidados a no consolidados de arenas, areniscas, calizas fosilíferas, depósitos lacustres, palustres y de litoral localizados principalmente hacia el borde continental (COREMI, 2004, Carta geológico-minera Chetumal, escala 1:250,000; SGM, 2005, Carta geológico-minera Tizimín, escala 1:250,000; SGM, 2005, Carta geológico-minera y geoquímica Mérida, escala 1:250,000; SGM, 2005, Carta geológico-minera Felipe Carrillo Puerto, escala 1:250,000).



La relación de unidades cretácicas y terciarias hasta el Eoceno señala posiblemente una evolución tectónica asociada con subsidencia paulatina de la plataforma, determinada con base al espesor de la secuencia de carbonatos que varía de 1300 hasta más de 3150 m, esto último detectado mediante la perforación de pozos principalmente en el norte de Yucatán (López-Ramos, 1973).

### **Geología del Subsuelo**

El basamento no aflora en el territorio de la Península de Yucatán, sin embargo, con base a perforaciones de pozos realizadas por PEMEX, la geología del subsuelo se encuentra relativamente bien definida; aunque la información se consideró pobre en algún tiempo, se sabe de la presencia de esquistos, cuarcitas y derrames volcánicos y pórfido riolítico; este último fechado como del Paleozoico tardío (410 ma.) mediante el método Rb-Sr con posible metamorfismo a 330 ma., el cual aparentemente está alojado en el esquisto (López-Ramos, 1973; Lugo-Hubp, 1997).

12

Sobre yaciendo discordantemente a la secuencia anterior aparecen depósitos de capas rojas constituidas por lutitas, limolitas, areniscas de grano grueso y gravas consideradas como continentales, sin embargo, en algunos pozos (Yucatán 1, Yucatán 4, Yucatán 6, Sacapuc 1 y Chicxulub 1) se cortaron capas de calizas dolomíticas intercaladas que se han interpretado como una transgresión marina dentro de la misma secuencia y es considerada por López-Ramos (*op. cit.*) como del Triásico-Jurásico con base a su posición estratigráfica (sobreyace a la secuencia de esquistos e infrayace a las Evaporitas Yucatán) y por comparación con capas rojas que afloran en Guatemala y en el estado de Chiapas, nombrando tentativamente a estas capas rojas como Formación Todos Santos (Viniegra, 1981 in SGM, 2005, Carta geológico-minera Tizimín, escala 1:250,000; López-Ramos, *op. cit.*).

Las Evaporitas de Yucatán formalmente nombradas por López-Ramos (1973) consisten de una secuencia de anhidritas, yesos, bentonita, tobas y calizas delgadas distribuidas en toda



la Península de Yucatán hasta el norte del Banco de Campeche, así como en localidades en las inmediaciones de Cuba y al SE de los Estados Unidos de Norte América; la unidad es interpretada como depositada bajo condiciones de alta evaporación o en plataforma muy somera, determinándosele una edad del Albiano-Cenomaniano con base al registro fósil. Sobreyace discordantemente a lechos rojos de la Formación Todos Santos e infrayace a depósitos de edad Turoniano caracterizados principalmente por la presencia de capas de anhidritas con yesos, calizas con abundantes rudistas y horizontes de caliza oolítica y pseudoolítica que López-Ramos (*op. cit.*) denomina "Horizonte de Rudistas" que posiblemente se correlacione por sus características con la Formación Cobán descrita por Vinson y Brineman (1962) en Cobán, Alta Verapaz, en la cuenca Petén Itzá de Guatemala.

Finalmente, para el Cretácico tardío se depositó un horizonte mayormente de anhidrita intercalado con escasas capas de caliza esparítica y poca dolomía en ocasiones micrítica; que en conjunto su edad es considerada como del Maestrichtiano determinada con base a su contenido faunístico. López-Ramos (1973) nombra a esta secuencia "Horizonte Valvulina" e infrayace discordantemente a la Formación Icaiché del Paleoceno-Mioceno inferior y sobreyace concordantemente al "Horizonte de Rudistas". Las unidades geológicas post-Maestrichtiano detectadas por pozos, son descritas detalladamente en el capítulo correspondiente a estratigrafía dentro de este estudio.

13

### **Estratigrafía**

El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros estados que componen la Península de Yucatán, que consiste de una secuencia de rocas evaporíticas y carbonatadas que abarcan desde el Terciario al Reciente. Desde el punto de vista estratigráfico, se presenta una columna que comprende ocho unidades que van desde el Eoceno al Holoceno con diferentes formas de depósitos litológicos tales como: Caliza-Marga, Caliza-Coquina, Arenisca-Coquina y sedimentos recientes: Palustre, Lacustre, Litoral y Aluvión.

**Tectónica**

Tectónicamente la península de Yucatán presenta elementos geológicos que suponen una paleogeografía continental que evoluciona a una plataforma desarrollada desde el cretácico hasta la actualidad. Algunas publicaciones sustentan que la plataforma de Yucatán o Bloque de Yucatán propiamente dicho representa un bloque exótico asociado con la apertura del Golfo de México (Molina-Garza *et al.*, 1992; Dickinson y Lawton, 2001; Bird *et al.*, 2005; Cobiella-Reguera, 2008). Algunos estudios establecen que el inicio de la apertura del golfo sucedió durante el Jurásico Temprano a Medio (Cobiella-Reguera *op. cit.*) y que el Bloque de Yucatán posiblemente se encontraba en su posición actual ya para el Oxfordiano (Molina-Garza *op. cit.*).

La cinemática y palinspática sobre el desarrollo del Golfo de México permanece aún en discusión; en este sentido existen teorías que sugieren que el movimiento del Bloque de Yucatán fue mediante movimientos laterales dextrales (Bird *et al.*, *op. cit.*), siniestros (Molina-Garza *et al.*, 1992) mientras que estudios recientes señalan movimiento relacionado con el desarrollo de una cuenca trasarco asociada con subducción que dio origen al Arco Nazas (Stern and Dickinson, 2010) de edad Jurásico Inferior (Barboza-Gudiño *et al.*, 2008). Como señala Molina-Garza y colaboradores (1992), el bloque de Yucatán aparentemente se encontraba para el Oxfordiano en su posición actual sin embargo el registro fósil determinado en los depósitos sobreyacentes sugieren de manera general condiciones subaéreas que prevalecieron hasta el Cretácico inferior a superior con posterior subsidencia o transgresión marina en la plataforma, generando condiciones de alta evaporación desarrollando depósitos de anhidritas durante el Albiano – Cenomaniano hasta el Mioceno-Plioceno, a partir de donde se marca una regresión que aparentemente expone depósitos calcáreo-evaporíticos principalmente en la parte SW (López-Ramos, 1975 in Lugo-Hubp *et al.*, 1992) y depósito o formación de capas calcáreas en la parte N-NE que ha continuado hasta la actualidad (López-Ramos, 1973; Lugo-Hubp, *et al.*, 1992).





Cabe mencionar que, dentro de la historia geológica en esta área, resalta la presencia de un cráter de impacto de un meteorito localizado al N de la península al cual se le ha denominado como Cráter de Chicxulub; observado por primera vez con base a anomalías gravimétricas concéntricas, determinadas por Cornejo-Toledo y Hernández-Osuna (1950 in Sharpton *et al.*, 1996). Son extensos los estudios realizados al respecto y se ha confirmado la presencia de dicha estructura (Sharpton *et al.*, 1996; Collins *et al.*, 2002; Campos-Enríquez *et al.*, 2004; Nakano *et al.*, 2008) de aproximadamente 200 Km de diámetro (Urrutia-Fucugauchi *et al.*, 2004), a este meteorito se le ha hecho responsable de la extinción en masa de la biodiversidad y aparentemente ocurrió en el límite Cretácico-Terciario (límite K/T)(Schulte *et al.*, 2010), sin embargo Keller *et al.*, (2004a) y Keller *et al.*, (2004b) con base a estudios sedimentológicos, bioestratigráficos, magnetoestratigráficos, isotópicos y de iridio señalan que el impacto del meteorito no sucedió en dicho límite sino aproximadamente 300,000 años previos al final del Cretácico. La secuencia terciaria aparentemente no presenta deformación tectónica, sin embargo, Lugo-Hubp *et al.*, (1992) señala la presencia de eventos de deformación neotectónica de la plataforma de Yucatán la cual dividió en dos unidades en términos geomorfológicos. La primera unidad ubicada en el norte-noreste de la península y la otra en el sursuroeste las cuales corresponden con una planicie y planicie intercalada con lomeríos (de hasta 400 msnm), representadas por depósitos calcáreos neógenos y oligocénicos respectivamente.

15

Con base a esto, menciona la existencia de un levantamiento “tectónico” de las unidades a partir del Oligoceno-Mioceno principalmente en el SW de la península y que continuó hasta el Plioceno-Cuaternario en el NNE; lo anterior sustentado por levantamiento provocado por erosión diferencial de las unidades, es decir que las unidades del SW de la plataforma presentan mayor grado de erosión y por consiguiente un levantamiento relativamente mayor, mientras que las zonas de planicie donde existen secuencias más jóvenes y con tiempo de exposición menor a las condiciones atmosféricas, están elevadas en menor grado. Este mismo autor señala que las morfologías de las costas del Mar Caribe están posiblemente controladas por fracturas y que algunos de estos sistemas de



fracturamiento especialmente en el centro, norte y noreste de la península son aparentemente generados por la intrusión de domos evaporíticos, provocando porosidad secundaria a las unidades calcáreas y por consecuencia aumentar la susceptibilidad a la generación de Karst. En este sentido definió un patrón de fracturamiento orientado principalmente NE-NW en la parte central de la plataforma y NNE en la costa oriental.

### **Geología Estructural**

En general, la geología estructural del estado de Yucatán es relativamente sencilla. Las capas expuestas en la entidad consisten principalmente de tres unidades diferenciadas en la cartografía del Servicio Geológico Mexicano con base al contenido faunísticos como las formaciones Chichen Itzá, unidad de caliza-coquinas y Carrillo Puerto de edad Eoceno, Oligoceno y Mioceno-Plioceno respectivamente, que son sobreyacidas discordantemente por unidades semiconsolidadas a no consolidadas del Cuaternario ubicadas en la zona costera.

16

De acuerdo con los datos de campo, algunos autores coinciden en que las capas de calizas presentan rumbos aparentemente horizontales a sub horizontales, incluso en algunas zonas es difícil reconocer la estratificación debido al intemperismo de las rocas, pero de manera general se interpreta un ligero basculamiento de las capas hacia el NNE (López-Ramos, 1973; SGM, 2005 carta geológico minera Tizimín escala 1:250,000).

Lugo-Hubp *et al.*, (1992), señala que efectivamente existe este basculamiento y sugiere que esta deformación de las unidades terciarias puede obedecer en parte a erosión diferencial de las secuencias debido al tiempo de exposición a la atmosfera, es decir que las unidades más antiguas aparentemente con tiempo de exposición mayor presentan rasgos que se asocian a texturas kársticas que señalan una alta erosión provocando levantamiento primeramente en el SSW dentro de la Plataforma de Yucatán, y es en este sentido que las unidades geográficamente más cercanas a la costa norte presentan una morfología de



planicies que suponen una erosión relativamente menor. La edad de este basculamiento se determinó que inició posiblemente en el Mioceno hasta el Cuaternario (Lugo-Hubp, *op. cit.*).

El SGM (2005) en el informe de la carta geológico-minera Mérida escala 1:250,000, señala que dicho basculamiento podría estar asociado a tectónica extensiva reciente. Asociando a esta deformación se establece el origen de la Falla Ticul la cual es una falla de tipo normal de rumbo general NW-SE con bloque hundido al NE, que se localiza al SW del. Esta falla es una de dos estructuras mayores que afectan a la secuencia terciaria y pone en contacto discordante a las unidades Carrillo Puerto con la Chichen Itzá aunque mayormente afecta a esta última unidad. La falla se expone sobre la Carretera Federal 184 y se desarrolla desde el poblado de Maxcanú hasta el de Tzucacab en el oeste y el sur del Estado respectivamente.

17

Por otra parte, a partir de imágenes de radar, se ha interpretado la continuación de dicha falla hasta el estado de Quintana Roo (COREMI, 2005, Carta geológico minera Felipe Carrillo Puerto escala 1: 250,000) y posiblemente presente una longitud de aproximadamente de 245 Km. De acuerdo con la interpretación realizada por INEGI (1998) con base al modelo digital de elevación utilizando información de cartas en escala 1:50,000 dentro del estado de Yucatán, infieren un lineamiento el cual es subparalelo al rumbo de la Falla Ticul, este lineamiento presenta un rumbo NWSE tendiendo al W y presenta una longitud de aproximadamente 90 Km, desarrollándose desde el poblado de Álvaro Obregón (estado de Yucatán) hasta Calkiní (estado de Campeche).

Es importante señalar que las unidades que afloran en la entidad, presentan intenso fracturamiento el cual parece concentrarse principalmente en la parte NE, sin embargo, se observan algunos lineamientos en el centro y sur donde la densidad baja considerablemente, mientras que en la parte NNW el fracturamiento está casi ausente (INEGI, 1998). Lugo-Hubp *et al.* (*op. cit.*), asocia este fracturamiento al levantamiento



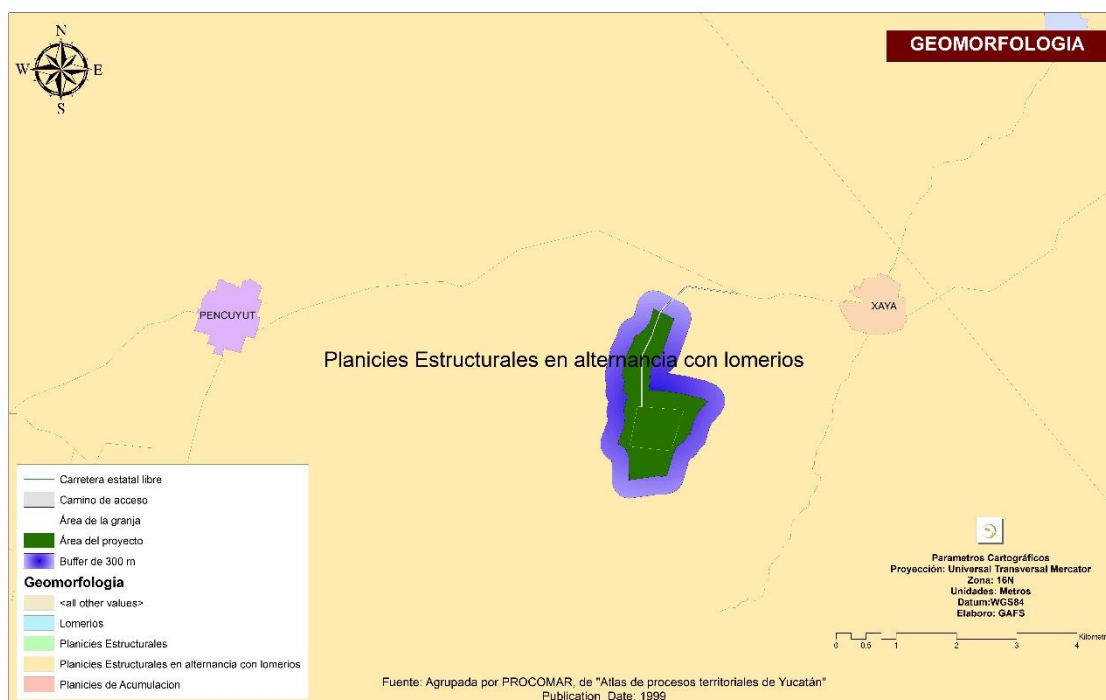
basculado de la plataforma de Yucatán que tuvo mayor intensidad en el sur generando sistemas fracturamiento orientados preferencialmente NNE.

De acuerdo con las cartas geológico-mineras escala 1:250,000 editadas por el Servicio Geológico Mexicano, infieren la traza del denominado anillo de cenotes Chicxulub con base a una serie de cenotes alineados afectando principalmente a la formación Carrillo Puerto (SGM, 2006, carta Tizimín; SGM, 2006 carta Mérida), que coinciden con la interpretación de lineamientos realizada por INEGI (1998). Se desconoce la relación de la alineación de cenotes respecto a la estructura de Chicxulub dado que este está marcado como desarrollado en el límite Cretácico-Terciario, y las unidades donde se desarrolló del anillo de cenotes es relativamente más joven, sin embargo, López- Ramos (1975 in Lugo-Hubp, *et al.*, 1992) señala que existe una estrecha relación de la generación de fracturamiento con la intrusión de cuerpos diapíricos de yeso en las unidades terciarias y que gran parte de la deformación frágil está posiblemente condicionada por estructuras previas desarrolladas en el subsuelo.

18

### **Geomorfología**

El Estado se encuentra en la porción Norte de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán la cual se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace muchos millones de años, siendo su parte norte la más reciente, esta provincia presenta una superficie plana y pequeñas cadenas montañosas orientadas NW-SE, con elevaciones del orden de los 300 m.s.n.m. Esta provincia se subdivide en dos subprovincias: Carso Yucateco en donde se ubica casi el 88% del Estado y Carso y Lomeríos de Campeche, en la parte sur de la entidad que cubre el 12% del territorio yucateco. (INEGI3, 2011). Estas subprovincias están claramente divididas por la sierra de Ticul.



**Figura 4.** Geomorfología del área de estudio y del proyecto.

19

El proyecto y área de estudio se ubica en el área denominada planicies estructurales con alternancia de lomeríos que comprende la parte norte de Yucatán, desde la sierrita de Ticul hasta el Golfo de México, se extiende con una pendiente suave de Norte a Sur, elevándose sólo unos cuantos metros del nivel del mar. En la península se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua, en general hacia el norte, lo que explica la carencia de ríos. Pozos naturales de disolución, los cenotes son comunes y abren a la red de drenaje subterráneo, abundan también las grutas.

### **c) Suelos**

Los suelos sobre la superficie de la tierra sufren cambios continuamente, los cuales escapan a un estudio casual del suelo. Cada suelo tiene un ciclo de vida en términos del tiempo cronológico. La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como un material de origen para la evolución del perfil del suelo que finalmente refleja el efecto conjunto del clima, materia viva, relieve y del tiempo.

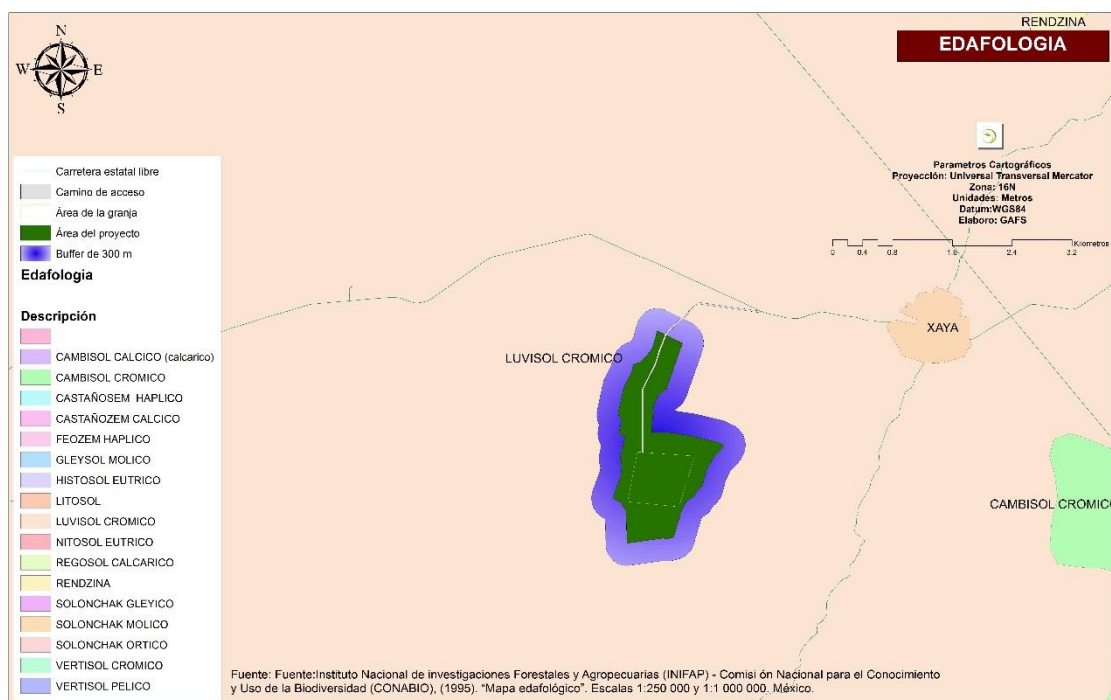


La exposición del material original a las condiciones del tiempo bajo condiciones favorables dará como resultado el establecimiento de plantas que realizan la fotosíntesis y cuyo crecimiento resultará en la acumulación de algunos residuos orgánicos. Animales, bacterias y hongos posteriormente se unirán en una comunidad biológica y se nutrirán de estos residuos orgánicos.

Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la Península. (Miranda, 1958)

20

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tengan que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. (Bautista, *et al*, 2005)



**Figura 5.** Tipos de suelo del proyecto.

21

Las modificaciones generales que se hicieron al sistema FAO/UNESCO dieron como resultado la siguiente clasificación de suelos, presentes en el estado de Yucatán:

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Cambisol (B)             | Luvisol (L)          |
| Cambisol gléyico (Bg)    | Luvisol crómico (Lc) |
| Cambisol cálcico (Bk)    | Luvisol cálcico (Lc) |
| Cambisol crómico (Bc)    | Nitisol (N)          |
| Castañozem (K)           | Nitoso, éutrico (Ne) |
| Castañozaem Haplico (Kh) | Regosol (R)          |
| Feozem (H)               | Rendzina (E)         |
| Gleysol (G)              | Solonchak (Z)        |



Gleysol mólico (Gm)

Vertisol (V)

Litosol (L)

El área del proyecto y área de estudio se puede observar, según datos del INEGI, la presencia de un tipo de suelo: Luvisol crómico, es un tipo de suelo que suele desarrollarse en zonas llanas, o con suave pendiente, de climas en los que existen una estación seca y otra húmeda bien diferenciadas. Frecuentemente, se produce una acumulación de arcillas y un enrojecimiento, que es consecuencia de la acumulación de óxidos de hierro.

#### **d) Hidrología superficial y subterránea**

La Región Hidrológica Yucatán Norte (Yucatán), es la principal en el estado, ya que ocupa el 94.67% de la superficie de la entidad; dentro de esta Región, la Cuenca Yucatán es la que domina, con 89.57% de la superficie del estado, mientras que la Cuenca Quintana Roo, sólo ocupa algunas porciones al este de la entidad. La Región Hidrológica Yucatán Este (Quintana Roo), sólo ocupa 5.33% de la superficie estatal y se localiza al sur de la entidad, incluye solamente la Cuenca Cuencas Cerradas. Yucatán es famoso por la presencia de una gran cantidad de los llamados cenotes, que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea. Es importante mencionar que en el territorio yucateco hay una ausencia total de corrientes superficiales de agua, sin embargo, están presentes los cuerpos de agua superficiales Laguna Flamingos y Laguna Rosada, así como los Esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos, El Islote y Yolvé.

El acuífero se encuentra en rocas calizas del Terciario y Cuaternario, en depósitos de litoral de este último periodo, con permeabilidad alta en material consolidada en la mayor parte de la entidad y de permeabilidad baja media en su área norte, particularmente en la franja costera, de material no consolidado. Se trata de un solo acuífero regional con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas, por lo tanto existe un solo manto freático, pero que presenta variaciones en la calidad del agua en forma estratificada, su





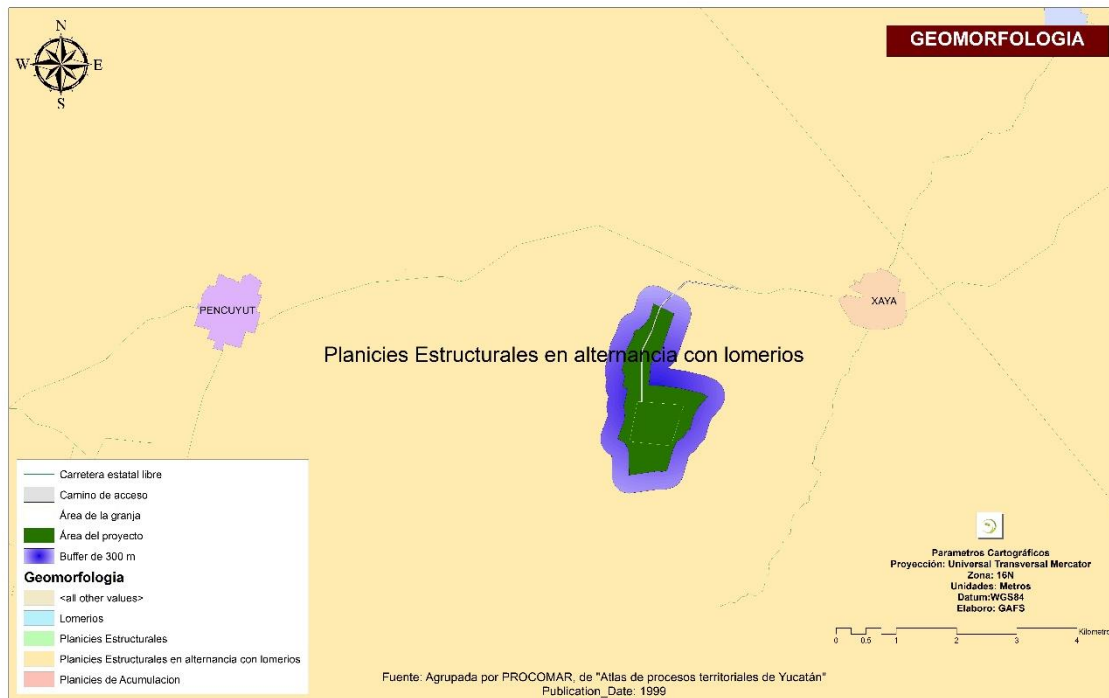
parte superior está contaminada principalmente por pozos someros o mal diseñados utilizados como sumideros y por descargas residuales clandestinas.

### **Drenaje subterráneo**

Debido a la gran permeabilidad y a su morfología se presenta un acuífero calizo con un nivel cercano a la superficie en casi toda la zona. El acuífero formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral tiene un espesor medio de 150 m; está limitado inferiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad como margas y lutitas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una franja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

### **Profundidad y dirección del flujo subterráneo**

El flujo de agua subterránea en la península es a través de fracturas y conductos de disolución que se encuentran a diferentes profundidades del subsuelo. Se tiene que el flujo de agua subterránea en la península, es del centro de la península hacia las costas presentando un comportamiento radial hacia las costas. Generalizando, se puede decir que la dirección es de sur a norte, noreste y noroeste.



**Figura 6.** Tipo de hidrología del área de estudio y proyecto.

Como se observa en figura anterior, el proyecto y área de estudio se ubica en el área denominada planicie interior. Se extiende hacia la porción central del estado y al norte del Cordón Puuc, presenta geoformas que van de oquedades de disolución a dolinas y cenotes, con desarrollo cárstico maduro y juvenil; colinda al norte con el semicírculo de cenotes y la región costera y al sur con la zona de cerros y valles, tiene un área que equivale a 52.30% del total estatal.

La litología del acuífero consiste en rocas calizas de colores blancos y cremas del Eoceno y Terciario Superior de texturas microcristalinas o bien son espáticas y están dispuestas en estratos medianos a gruesos con alta permeabilidad en materiales consolidados, debido al fracturamiento y solubilidad de las calizas, manifestado por cenotes y grutas. La expresión morfológica de esta área es de una planicie ondulada, con escarpes de pequeña altura en las porciones sur y suroeste, los suelos dominantes son Litosol y Rendzina con buen drenaje.



Los perfiles litológicos de los pozos de la zona presentan calizas, calizas fosilíferas, lutitas verdosas, calizas arcillosas, calizas arenosas y dolomitas, con horizontes arcillosos; aquí se han atravesado cavernas de hasta más de 30 metros bajo el nivel freático.

Es un acuífero libre con profundidad al nivel estático de 15 a 30 m, con abatimientos anuales de 0.70 m; la recarga anual es de 5 408 Mm<sup>3</sup>; la extracción estimada es de 167.62 Mm<sup>3</sup> que se realiza por medio de 1 741 aprovechamientos distribuidos por uso de la siguiente manera: agrícola 86.89 Mm<sup>3</sup>, industrial 10.25 Mm<sup>3</sup>, público urbano 69.60Mm<sup>3</sup>, rural 0.17 Mm<sup>3</sup>y otros0.71 Mm<sup>3</sup>; se calcula una disponibilidad de 5 240.38 Mm<sup>3</sup>, por lo que se considera el acuífero en estado de subexplotación, con una vulnerabilidad a la contaminación alta.

25

La calidad del agua para consumo humano va de dulce a salada con mayor ocurrencia de la intermedia y con familias predominantes: mixta, sulfatada- clorurada, principalmente en el límite con la zona de cerros y valles por ser ésa un área de mezcla; mixta-clorurada, bicarbonatada; y mixta-bicarbonatada, clorurada con tendencia calcica. La calidad del agua para riego es la C3- S1 (aguas altamente salinas y bajas en sodio) y la C2- S1 (salinidad media y baja en sodio).

#### ***IV.2.3 Aspectos bióticos***

##### **a) Vegetación terrestre**

La zona donde se ubica el proyecto presenta una vegetación secundaria derivada de la selva mediana subcaducifolia. Esta comunidad se encuentra principalmente en Yucatán



como una franja ancha en la parte central del estado que se continúa hasta el norte de Campeche, volviéndose angosta hacia el sur y finalmente en Quintana Roo sólo ocupa una pequeñísima porción en el límite norte con Yucatán. Su extensión total es de 29, 309 km<sup>2</sup>. Se distribuye en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, la precipitación pluvial anual oscila entre 1,078 y 1,229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C.



**Figura 7.** Tipo de vegetación presente en el área de estudio (INEGI, 2005).

Como se observa en la figura anterior, de acuerdo a la serie V de vegetación del INEGI, en la totalidad del predio se registra únicamente el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia.

De acuerdo con Flores-Guido y Espejel, este tipo de vegetación está constituida por árboles cuya estatura promedio oscila entre 10 y 20 metros en el estrato superior; del 50 al 75 % de las especies eliminan sus hojas en la época seca del año y se encuentran muchos elementos representativos de la flora de Centroamérica. Como especies dominantes están: *Acacia pennatula*, *Caesalpinia gaumeri*, *Caesalpinia platyloba*, *Lysiloma latisiliquum*,



*Enterolobium cyclocarpum*, *Mimosa bahamensis*, *Spondias mombin*, *Metopium brownei*, *Cochlospermum vitifolium*, *Guazuma ulmifolia*, *Trema micrantha*, *Annona reticulata*, *Gyrocarpus americanus*, *Piscidia piscipula*, *Pithecellobium dulce*, *Pithecellobium albicans*, *Sapindus saponaria*, *Gliricidia sepium*, *Acacia cornigera*, *Cedrela mexicana*, *Bursera simaruba*, *Simaruba glauca*, *Vitex gaumeri*, *Bucida buceras*, y *Gymnopodium floribundum*.

Los árboles dominantes por radio de cobertura y DAP son: *Ceiba pentandra* con 15 metros de radio de cobertura y un DAP de 2.50 y *Enterolobium cyclocarpum* con 13 metros de radio de cobertura y DAP de 2.50. En el valle de Edzná se encuentran leguminosas típicas de la vegetación del Pacífico como: *Pithecellobium pignacephalum* y *Lysiloma acapulcensis*, que son nuevos reportes para la península de Yucatán.

### **Caracterización de la vegetación localizada en el predio**

Con la finalidad de efectuar el diagnóstico del estado actual que presenta la composición florística del sitio, y con el objetivo de realizar una caracterización vegetal en el predio, se llevaron a cabo recorridos en la zona aplicando la metodología de cuadrantes para determinar la abundancia y densidad de las especies localizadas.

La identificación de las especies encontradas se llevó a cabo en el campo al menos hasta el nivel de género, con base en guías bibliográficas y con el conocimiento previo de botánicos.

Se utilizaron los siguientes manuales y claves de identificación:

- La Flora de Yucatán (Standley, 1930)
- La Flora de Guatemala (Standley, *et. al.* 1946-1977)
- El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, *et. al.* 1985)
- Flora de la Península de Yucatán (Duran *Et al*, 2000)

### **Descripción general de la vegetación**



El área donde se ubica el polígono del proyecto está representada por vegetación preferentemente forestal, derivada de selva mediana subcaducifolia, con diversos grados de afectación.

Las especies arbóreas encontradas en el sitio presentan una altura máxima de 13 m perteneciente a *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*, este tipo de vegetación se deriva de acahuals circundantes, además se pueden apreciar numerosas especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en desarrollo donde predominan las leguminosas, debido que en alguna época en el predio se realizaron actividades agropecuarias.

El área donde se ubica el polígono del proyecto presenta una vegetación secundaria derivada de la selva mediana subcaducifolia, la cual muestra claramente diversos grados de afectación en todo el terreno.



**Figura 8.** Dentro del predio se observó actividades como la apicultura.





**Figura 9.** Dentro del predio se encuentran zonas cubiertas con pastos (*Panicum máximo*) como consecuencia del pasado pecuario del área.

29



**Figura 8.** Recorridos por el área que será ocupada por el camino.





**Figura 9.** En algunas zonas se observaron áreas con abundantes arbustos con árboles de talla pequeña.

30



**Figura 10.** Otra panorámica de la zona con abundantes arbustos.





**Figura 11.** En las colindancias y dentro del predio la actividad principal es la pecuaria, obsérvese e un potrero colindante.

31



**Figura 12.** Recorridos dentro del área de CUSTF, se observa que la vegetación arbórea es de talla pequeña, sin embargo, el área basal fue la que determino las condiciones del predio.



La vegetación arbórea observada en toda el área de CUSTF presenta una distribución heterogénea, ya que en el el área del camino los arboles tiene una mayor altura y una DAP mucho mayor que en el área de la granja, en la cual los árboles en general tienen un DAP que en su mayoría no supera los 15 cm.

### **Metodología de muestreo**

Los muestreos de la vegetación se llevaron a cabo mediante el uso de cuadrantes. Previamente al establecimiento de los cuadrantes se realizó una inspección visual para seleccionar sitios con vegetación conservada y representativa de la selva mediana subcaducifolia, de acuerdo a los rasgos fisonómicos citados por Miranda (1958).

En el área de estudio se ubicaron unidades de muestreo tratando de realizarse en los diferentes tipos de vegetación presentes; estas unidades fueron de forma cuadrangular con un área de 25 m<sup>2</sup> cada uno. En cada una de las parcelas se contabilizó el número de plantas por cada una de las especies que ahí se encontraron.

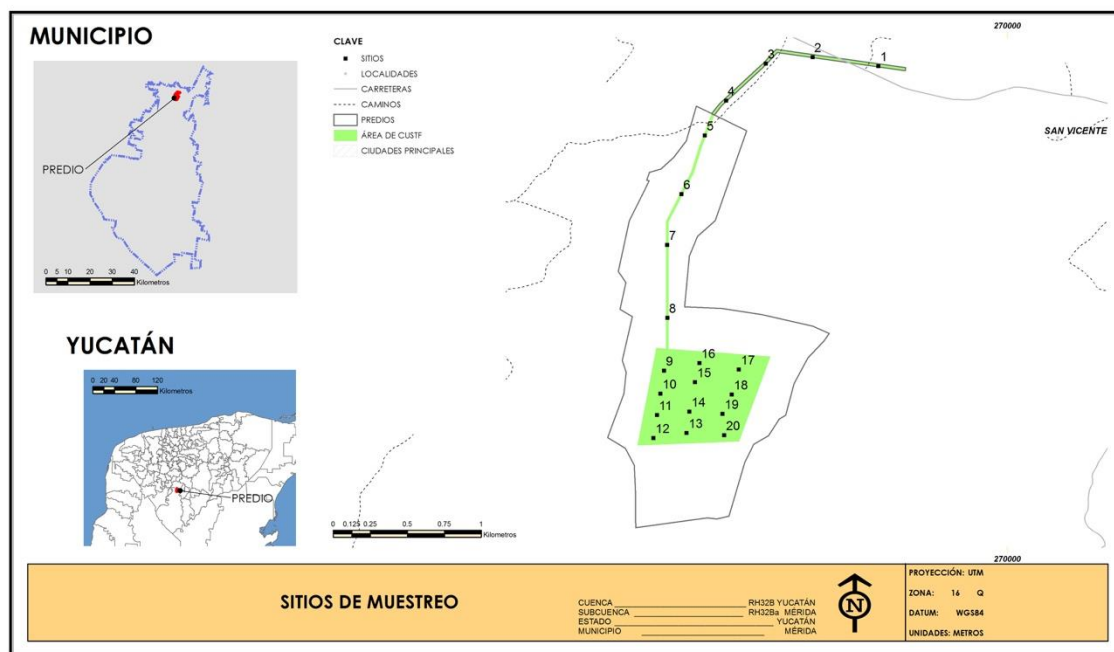
32

**Tabla 2.** Coordenadas de los cuadrantes.

| <b>CUADRANTE</b> | <b>X</b>    | <b>Y</b>     |
|------------------|-------------|--------------|
| <b>1</b>         | 269130.6111 | 2245985.7853 |
| <b>2</b>         | 268686.7393 | 2246045.8572 |
| <b>3</b>         | 268370.6461 | 2246002.1254 |
| <b>4</b>         | 268102.9703 | 2245753.2272 |
| <b>5</b>         | 267959.8523 | 2245516.6615 |
| <b>6</b>         | 267802.3032 | 2245121.0138 |
| <b>7</b>         | 267705.2250 | 2244778.8308 |
| <b>8</b>         | 267706.7179 | 2244286.1212 |
| <b>9</b>         | 267684.2928 | 2243928.8864 |
| <b>10</b>        | 267660.4935 | 2243773.5760 |
| <b>11</b>        | 267637.6873 | 2243630.4192 |



|           |             |              |
|-----------|-------------|--------------|
| <b>12</b> | 267613.1793 | 2243474.6539 |
| <b>13</b> | 267836.5302 | 2243507.9215 |
| <b>14</b> | 267856.0273 | 2243652.0650 |
| <b>15</b> | 267893.8004 | 2243851.6737 |
| <b>16</b> | 267922.8180 | 2243979.6886 |
| <b>17</b> | 268189.4604 | 2243936.7482 |
| <b>18</b> | 268142.3595 | 2243767.9508 |
| <b>19</b> | 268079.8194 | 2243637.7274 |
| <b>20</b> | 268090.2084 | 2243492.4779 |



**Figura 13.** Ubicación de los cuadrantes.

## RESULTADOS

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies observadas en el muestreo y en los alrededores.



**Tabla 3.** Listado de especies observadas en el predio del proyecto.

| <b>Familia</b>      | <b>Nombre científico</b>                                                          | <b>Nombre común</b> | <b>Estatus</b> | <b>Usos</b>                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Acanthaceae</b>  | <i>Elytraria imbricata (Vahl)</i><br><i>Pers</i>                                  | Kabal xa'an         |                |                                                                                                 |
| <b>Asteraceae</b>   | <i>Viguiera dentata var.</i><br><i>helianthoides (Kunth) S.F.</i><br><i>Blake</i> | Tajonal             |                |                                                                                                 |
| <b>Bignoniaceae</b> | <i>Arrabidaea floribunda</i><br><i>(Kunth) Loes</i>                               | Anik ak'            |                | Artesal<br>(canastos y<br>cestos)                                                               |
| <b>Bignoniaceae</b> | <i>Parmentiera</i><br><i>millspaughiana L.O.</i><br><i>Williams</i>               | Kat kut             | Endémica       | Maderable<br>(para hacer<br>mangos de<br>martillo) y<br>medicinal<br>(para quemar<br>verrugas). |
| <b>Bixaceae</b>     | <i>Cochlospermum</i><br><i>vitifolium (Willd.) Spreng.</i>                        | Chu'un              |                |                                                                                                 |
| <b>Boraginaceae</b> | <i>Bouqueria pulchra Millsp.</i>                                                  | Baka che'           | Endémica       |                                                                                                 |
| <b>Boraginaceae</b> | <i>Cordia gerascanthus L.</i>                                                     | Bojom               |                |                                                                                                 |
| <b>Bromeliaceae</b> | <i>Bromelia karatas L.</i>                                                        | Chak ch'om          |                | Comestible                                                                                      |
| <b>Bromeliaceae</b> | <i>Bromelia pinguin (E.</i><br><i>Morren). L.B.Smith</i>                          | Ts'albay            |                | Comestible y<br>cerca viva                                                                      |
| <b>Burseraceae</b>  | <i>Bursera simaruba (L.)</i><br><i>Sarg.</i>                                      | Chakaj              |                |                                                                                                 |
| <b>Cactaceae</b>    | <i>Nopalea gaumeri Britton</i>                                                    | X-pakàm             | Endémica       |                                                                                                 |





|                       |                                                                               |                    |          |                                                          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|----------------------------------------------------------|
|                       | <i>&amp; Rose</i>                                                             |                    |          |                                                          |
| <b>Celastraceae</b>   | <i>Semialarium mexicanum</i><br>(Miers) Mennega                               | Chum loob          |          |                                                          |
| <b>Celastraceae</b>   | <i>Wimmeria</i><br><i>obtusifolia</i> Standl.                                 | N/A                | Endémica |                                                          |
| <b>Convolvulaceae</b> | <i>Merremia aegyptia</i> (L.)<br>Urb.                                         | Tso'ots' ak        |          |                                                          |
| <b>Dioscoreaceae</b>  | <i>Dioscorea convolvulacea</i><br>Schltr. & Cham.                             | Makal k' uch       |          |                                                          |
| <b>Ebenaceae</b>      | <i>Diospyros anisandra</i> S.F.<br>Blake                                      | Siliil             | Endémica |                                                          |
| <b>Euphorbiaceae</b>  | <i>Cnidoscolus aconitifolius</i><br>(Mill) I.M. Johnston                      | Chaya<br>silvestre |          |                                                          |
| <b>Euphorbiaceae</b>  | <i>Croton</i><br><i>chichenensis</i> Lundell.                                 | Xikin burro        | Endémica |                                                          |
| <b>Euphorbiaceae</b>  | <i>Croton</i><br><i>reflexifolius</i> Kunth                                   | P'e'es' kúuch      |          |                                                          |
| <b>Euphorbiaceae</b>  | <i>Dalechampia scandens</i><br>L.                                             | Mo'olkoh           |          |                                                          |
| <b>Lamiaceae</b>      | <i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.                                            | Xolté x-nuuk       |          |                                                          |
| <b>Lamiaceae</b>      | <i>Ocimum campechianum</i><br>Mill.                                           | X-kakaltun         |          |                                                          |
| <b>Lamiaceae</b>      | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                                                  | Ya'axnik           |          |                                                          |
| <b>Leguminosae</b>    | <i>Acacia collinsii</i> Saff.                                                 | Subin              |          |                                                          |
| <b>Leguminosae</b>    | <i>Acacia pennatula</i><br>(Schltdl. & Cham.) Benth.<br><i>ssp. pennatula</i> | Chimay             |          | Melífera,<br>construcción,<br>combustible,<br>forrajera. |



|                    |                                                                              |                  |          |                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------------------------------------------------|
| <b>Leguminosae</b> | <i>Apoplanesia paniculata</i><br><i>C. Presl.</i>                            | Choluul          |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                                                | Maay wakax       |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Caesalpinia gaumeri</i><br><i>Greenm.</i>                                 | Kitinche'        |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Caesalpinia yucatanensis</i><br><i>Greenm.</i>                            | Ta'k'inche'      | Endémica |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Centrosema</i><br><i>virginianum (L.) Benth</i>                           | K'antin          |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Chamaecrista glandulosa</i><br><i>(L.) Greene</i>                         | Tamarindo<br>xiw |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Chloroleucon</i><br><i>manguense (Jacq.)</i><br><i>Britton &amp; Rose</i> | X-ya'ax eek      |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Havardia albicans (Kunth)</i><br><i>Britton &amp; Rose</i>                | Chukum           | Endémica |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Lonchocarpus rugosus</i><br><i>Benth.</i>                                 | K'anasin         |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Lysiloma latisiliquum (L)</i><br><i>Benth.</i>                            | Tsalam           |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Mimosa bahamensis</i><br><i>Benth.</i>                                    | Sak katsim       |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Piscidia piscipula (L.)</i><br><i>Sarg.</i>                               | Ja'abin          |          |                                                        |
| <b>Leguminosae</b> | <i>Senegalia gaumeri (S. F.</i><br><i>Blake) Britton &amp; Rose</i>          | Box katsim       | Endémica | Forrajera,<br>melífera,<br>combustible<br>y medicinal. |



|                      |                                                  |              |          |                           |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------|---------------------------|
| <b>Leguminosae</b>   | <i>Senna atomaria (L) Irwin &amp; Barneby.</i>   | Tu-che       |          |                           |
| <b>Malpighiaceae</b> | <i>Malpighia puniceifolia L.</i>                 | Uste'        |          |                           |
| <b>Malvaceae</b>     | <i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>           | Sak xiw      |          |                           |
| <b>Malvaceae</b>     | <i>Hampea trilobata Standl.</i>                  | Jool         | Endémica |                           |
| <b>Malvaceae</b>     | <i>Luehea speciosa Willd</i>                     | K'askat      |          |                           |
| <b>Malvaceae</b>     | <i>Waltheria indica L.</i>                       | Ich k'iin    |          |                           |
| <b>Myrtaceae</b>     | <i>Eugenia foetida Pers.</i>                     | Sak loob     |          | Construcción.             |
| <b>Myrtaceae</b>     | <i>Psidium sartorianum (Bergius) Nied.</i>       | X' pichiche' |          |                           |
| <b>Nyctaginaceae</b> | <i>Neea psychotrioides Donn. Sm.</i>             | X-ta'tsi     |          |                           |
| <b>Nyctaginaceae</b> | <i>Pisonia aculeata L.</i>                       | Be'eb        |          |                           |
| <b>Orchidaceae</b>   | <i>Catasetum integerrimum Hook.</i>              | Ch'it ku'uk  |          |                           |
| <b>Orchidaceae</b>   | <i>Cohniella cebolleta (Jacq.) Christenson.</i>  | Ajoché       |          |                           |
| <b>Orchidaceae</b>   | <i>Laelia rubescens Lindl.</i>                   | N/A          |          |                           |
| <b>Orchidaceae</b>   | <i>Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.</i>      | Orquídea     |          |                           |
| <b>Palmae</b>        | <i>Sabal yapa C. Wright. ex Becc.</i>            | Xa'an        |          | Artesanía y construcción. |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.</i>      | Chimes-su'uk |          |                           |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Ichnanthus lanceolatus Scribn. &amp; J.G.</i> | K'an chíin   |          | Forrajera                 |



|                      |                                                           |                  |             |  |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|-------------|--|
|                      | <i>Sm.</i>                                                |                  |             |  |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Lasiacis divaricata</i> (L.)<br><i>Hitchc.</i>         | Siit             |             |  |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Melinis repens</i> (Willd.)<br><i>Zizka.</i>           | Chak su'uk       | Introducida |  |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                              | Zacate<br>Guinea | Introducida |  |
| <b>Poaceae</b>       | <i>Paspalum langei</i> (E.<br><i>Fourn.) Nash</i>         | N/A              |             |  |
| <b>Polygonaceae</b>  | <i>Coccoloba spicata</i><br><i>Lundell</i>                | Boob             | Endémica    |  |
| <b>Polygonaceae</b>  | <i>Gymnopodium</i><br><i>floribundum Rolfe</i>            | Ts'I'ts'ilché    |             |  |
| <b>Polygonaceae</b>  | <i>Neomillspaughia</i><br><i>emarginata</i> (Gross) Blake | Sak its'a        | Endémica    |  |
| <b>Rubiaceae</b>     | <i>Guettarda combsii</i> Urban                            | Tasta'ab         |             |  |
| <b>Rubiaceae</b>     | <i>Morinda royoc</i> L.                                   | Hoyoc            |             |  |
| <b>Rubiaceae</b>     | <i>Randia longiloba</i><br><i>Hemsley</i>                 | Ah akam k'ax     | Endémica    |  |
| <b>Rubiaceae</b>     | <i>Randia obcordata</i> S.<br><i>Watson</i>               | Crux k'iix       |             |  |
| <b>Sapindaceae</b>   | <i>Thouinia paucidentata</i><br><i>Radlk.</i>             | K'aan<br>chunup  | Endémica    |  |
| <b>Simaroubaceae</b> | <i>Alvaradoa amorphoides</i><br><i>Liebm.</i>             | Besinik          |             |  |
| <b>Smilacaceae</b>   | <i>Smilax mollis</i> Humb. &<br><i>Bonpl. Ex Willd.</i>   | Cocolmecate      |             |  |
| <b>Urticaceae</b>    | <i>Cecropia peltata</i> L.                                | Guarumbo         |             |  |





|                    |                              |                  |                                 |  |
|--------------------|------------------------------|------------------|---------------------------------|--|
| <b>Verbenaceae</b> | <i>Lantana camara L.</i>     | Orégano<br>k'aax |                                 |  |
| <b>Zamiaceae</b>   | <i>Zamia loddigesii Miq.</i> | Chachua          | NOM-059-<br>SEMARNAT-<br>2010/A |  |

Es importante mencionar que los individuos localizados en el área del proyecto son comunes en la región y todos cuentan con una amplia distribución dentro de la Península de Yucatán.

### Diversidad

ÍNDICE SHANNON: Es una medida de la incertidumbre para predecir a que especie perteneciera un individuo elegido al azar de una muestra de 72 especies y 1,163 individuos; por lo que  $H=0$  cuando la muestra contenga una sola especie y "H" será máxima cuando todas las especies estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir que una comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

39

$$H' = - \sum_{i=1}^S PI \log_2 PI$$

**Tabla 4.** Cálculo de índices de diversidad del sitio en el estrato herbáceo.

| NOMBRE CIENTÍFICO | ESTIMACIÓN<br>( $n_i$ ) | ÍNDICE DE SHANNON<br>(1948)                  |                |             |                         |
|-------------------|-------------------------|----------------------------------------------|----------------|-------------|-------------------------|
|                   |                         | DOMINANCIA<br>RELATIVA<br>( $PI \cdot 100$ ) | PI ( $n_i/N$ ) | $\log_2 PI$ | H<br>( $PI \log_2 PI$ ) |
|                   |                         |                                              |                |             |                         |



|                                                                         |    |         |        |         | <b>PI)</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|----|---------|--------|---------|------------|
| <i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers</i>                                  | 44 | 6.1798  | 0.0618 | -4.0163 | 0.2482     |
| <i>Viguiera dentata var. helianthoides (Kunth)</i><br><i>S.F. Blake</i> | 24 | 3.3708  | 0.0337 | -4.8908 | 0.1649     |
| <i>Arrabidaea floribunda (Kunth) Loes</i>                               | 5  | 0.7022  | 0.0070 | -7.1538 | 0.0502     |
| <i>Parmentiera millspaughiana L.O. Williams</i>                         | 8  | 1.1236  | 0.0112 | -6.4757 | 0.0728     |
| <i>Bourreria pulchra Millsp.</i>                                        | 1  | 0.1404  | 0.0014 | -9.4757 | 0.0133     |
| <i>Cordia gerascanthus L.</i>                                           | 4  | 0.5618  | 0.0056 | -7.4757 | 0.0420     |
| <i>Bromelia karatas L.</i>                                              | 3  | 0.4213  | 0.0042 | -7.8908 | 0.0332     |
| <i>Bromelia pinguin (E. Morren). L.B.Smith</i>                          | 2  | 0.2809  | 0.0028 | -8.4757 | 0.0238     |
| <i>Nopalea gaumeri Britton &amp; Rose</i>                               | 10 | 1.4045  | 0.0140 | -6.1538 | 0.0864     |
| <i>Merremia aegyptia (L.) Urb.</i>                                      | 7  | 0.9831  | 0.0098 | -6.6684 | 0.0656     |
| <i>Dioscorea convolvulacea Schltr. &amp; Cham.</i>                      | 12 | 1.6854  | 0.0169 | -5.8908 | 0.0993     |
| <i>Diospyros anisandra S.F. Blake</i>                                   | 20 | 2.8090  | 0.0281 | -5.1538 | 0.1448     |
| <i>Cnidioscolus aconitifolius (Mill) I.M. Johnston</i>                  | 7  | 0.9831  | 0.0098 | -6.6684 | 0.0656     |
| <i>Croton chichenensis Lundell.</i>                                     | 24 | 3.3708  | 0.0337 | -4.8908 | 0.1649     |
| <i>Croton reflexifolius Kunth</i>                                       | 25 | 3.5112  | 0.0351 | -4.8319 | 0.1697     |
| <i>Dalechampia scandens L.</i>                                          | 6  | 0.8427  | 0.0084 | -6.8908 | 0.0581     |
| <i>Hyptis pectinata (L.) Poit.</i>                                      | 4  | 0.5618  | 0.0056 | -7.4757 | 0.0420     |
| <i>Ocimum campechianum Mill.</i>                                        | 28 | 3.9326  | 0.0393 | -4.6684 | 0.1836     |
| <i>Acacia collinsii Saff.</i>                                           | 11 | 1.5449  | 0.0154 | -6.0163 | 0.0929     |
| <i>Bauhinia divaricata L.</i>                                           | 9  | 1.2640  | 0.0126 | -6.3058 | 0.0797     |
| <i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>                                      | 1  | 0.1404  | 0.0014 | -9.4757 | 0.0133     |
| <i>Centrosema virginianum (L.) Benth</i>                                | 8  | 1.1236  | 0.0112 | -6.4757 | 0.0728     |
| <i>Chamaecrista glandulosa (L.) Greene</i>                              | 3  | 0.4213  | 0.0042 | -7.8908 | 0.0332     |
| <i>Mimosa bahamensis Benth.</i>                                         | 73 | 10.2528 | 0.1025 | -3.2859 | 0.3369     |
| <i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>                                    | 1  | 0.1404  | 0.0014 | -9.4757 | 0.0133     |
| <i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton &amp; Rose</i>               | 4  | 0.5618  | 0.0056 | -7.4757 | 0.0420     |
| <i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>                                  | 19 | 2.6685  | 0.0267 | -5.2278 | 0.1395     |
| <i>Hampea trilobata Standl.</i>                                         | 2  | 0.2809  | 0.0028 | -8.4757 | 0.0238     |
| <i>Waltheria indica L.</i>                                              | 12 | 1.6854  | 0.0169 | -5.8908 | 0.0993     |
| <i>Neea psychotrioides Donn. Sm.</i>                                    | 12 | 1.6854  | 0.0169 | -5.8908 | 0.0993     |
| <i>Catasetum integerrimum Hook.</i>                                     | 2  | 0.2809  | 0.0028 | -8.4757 | 0.0238     |
| <i>Cohniella cebolleta (Jacq.) Christenson.</i>                         | 5  | 0.7022  | 0.0070 | -7.1538 | 0.0502     |



|                                                  |               |         |        |             |               |
|--------------------------------------------------|---------------|---------|--------|-------------|---------------|
| <i>Laelia rubescens</i> Lindl.                   | 2             | 0.2809  | 0.0028 | -8.4757     | 0.0238        |
| <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.      | 8             | 1.1236  | 0.0112 | -6.4757     | 0.0728        |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.      | 16            | 2.2472  | 0.0225 | -5.4757     | 0.1231        |
| <i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm. | 17            | 2.3876  | 0.0239 | -5.3883     | 0.1287        |
| <i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.          | 141           | 19.8034 | 0.1980 | -2.3362     | 0.4626        |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka.            | 19            | 2.6685  | 0.0267 | -5.2278     | 0.1395        |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq.                     | 24            | 3.3708  | 0.0337 | -4.8908     | 0.1649        |
| <i>Paspalum langei</i> (E. Fourn.) Nash          | 9             | 1.2640  | 0.0126 | -6.3058     | 0.0797        |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                 | 10            | 1.4045  | 0.0140 | -6.1538     | 0.0864        |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe             | 10            | 1.4045  | 0.0140 | -6.1538     | 0.0864        |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> (Gross) Blake  | 22            | 3.0899  | 0.0309 | -5.0163     | 0.1550        |
| <i>Morinda royoc</i> L.                          | 11            | 1.5449  | 0.0154 | -6.0163     | 0.0929        |
| <i>Randia longiloba</i> Hemsley                  | 5             | 0.7022  | 0.0070 | -7.1538     | 0.0502        |
| <i>Randia obcordata</i> S. Watson                | 2             | 0.2809  | 0.0028 | -8.4757     | 0.0238        |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.              | 11            | 1.5449  | 0.0154 | -6.0163     | 0.0929        |
| <i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.    | 3             | 0.4213  | 0.0042 | -7.8908     | 0.0332        |
| <i>Lantana camara</i> L.                         | 5             | 0.7022  | 0.0070 | -7.1538     | 0.0502        |
| <i>Zamia loddigesii</i> Miq.                     | 1             | 0.1404  | 0.0014 | -9.4757     | 0.0133        |
| <b>S=50</b>                                      | <b>N= 712</b> |         |        | <b>SUMA</b> | <b>4.7279</b> |

41

$$H' = 4.7279$$

ÍNDICE PIELOU: Cuantifica el componente de equitatividad de la diversidad del índice de Shannon.

$$J = H' / \log_2 S$$

Siendo  $\log_2 S$  la  $H'$  máxima.

$$H_{max} = \log_2 S$$

$$H_{max} = \log_2 50$$

$$H_{max} = 5.6439$$



$$E = H' / H_{max}$$

$$E = 4.7279 / 5.6439$$

$$E = 0.8377$$

**Tabla 5.** Resumen de los índices

| ÍNDICE             | VALOR  |
|--------------------|--------|
| $S$                | 50     |
| $H'$               | 4.7279 |
| $H_{max}$          | 5.6439 |
| $E = H' / H_{max}$ | 0.8377 |

Como se puede observar en el área se tiene una diversidad de  $H' = 4.7279$ , mientras que la  $H_{max}$  es de 5.6439, lo cual indica que en el predio está muy lejos de alcanzar la máxima diversidad.

42

**Tabla 6.** Cálculo de índices de diversidad del sitio en el estrato arbustivo.

| NOMBRE CIENTÍFICO                                | ESTIMACIÓN<br>(ni) | DOMINANCIA<br>RELATIVA<br>(PI*100) | ÍNDICE DE SHANNON<br>(1948) |                     |                                |
|--------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|
|                                                  |                    |                                    | PI (ni/N)                   | Log <sub>2</sub> PI | H                              |
|                                                  |                    |                                    |                             |                     | (PILO<br>G <sub>2</sub><br>PI) |
| <i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams  | 13                 | 4.0498                             | 0.0405                      | -4.6260             | 0.1873                         |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | 1                  | 0.3115                             | 0.0031                      | -8.3264             | 0.0259                         |
| <i>Bourreria pulchra</i> Millsp.                 | 3                  | 0.9346                             | 0.0093                      | -6.7415             | 0.0630                         |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega     | 11                 | 3.4268                             | 0.0343                      | -4.8670             | 0.1668                         |
| <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake            | 20                 | 6.2305                             | 0.0623                      | -4.0045             | 0.2495                         |
| <i>Croton reflexifolius</i> Kunth                | 27                 | 8.4112                             | 0.0841                      | -3.5715             | 0.3004                         |
| <i>Acacia collinsii</i> Saff.                    | 17                 | 5.2960                             | 0.0530                      | -4.2390             | 0.2245                         |



|                                                                            |               |         |        |             |               |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|--------|-------------|---------------|
| <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.<br><i>ssp. pennatula</i> | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.                                    | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                                              | 11            | 3.4268  | 0.0343 | -4.8670     | 0.1668        |
| <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.                                         | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose                            | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth.                                    | 2             | 0.6231  | 0.0062 | -7.3264     | 0.0456        |
| <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                                            | 36            | 11.2150 | 0.1121 | -3.1565     | 0.3540        |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                                       | 2             | 0.6231  | 0.0062 | -7.3264     | 0.0456        |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose                      | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Senna atomaria</i> (L) Irwin & Barneby.                                 | 4             | 1.2461  | 0.0125 | -6.3264     | 0.0788        |
| <i>Malpighia punicifolia</i> L.                                            | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Hampea trilobata</i> Standl.                                            | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd                                               | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Eugenia foetida</i> Pers.                                               | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Psidium sartorianum</i> (Bergius) Nied.                                 | 11            | 3.4268  | 0.0343 | -4.8670     | 0.1668        |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                                       | 29            | 9.0343  | 0.0903 | -3.4684     | 0.3133        |
| <i>Pisonia aculeata</i> L.                                                 | 2             | 0.6231  | 0.0062 | -7.3264     | 0.0456        |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                                           | 3             | 0.9346  | 0.0093 | -6.7415     | 0.0630        |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                                       | 64            | 19.9377 | 0.1994 | -2.3264     | 0.4638        |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> (Gross) Blake                            | 8             | 2.4922  | 0.0249 | -5.3264     | 0.1327        |
| <i>Guettarda combsii</i> Urban                                             | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Randia longiloba</i> Hemsley                                            | 27            | 8.4112  | 0.0841 | -3.5715     | 0.3004        |
| <i>Randia obcordata</i> S. Watson                                          | 6             | 1.8692  | 0.0187 | -5.7415     | 0.1073        |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.                                        | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.                                        | 2             | 0.6231  | 0.0062 | -7.3264     | 0.0456        |
| <i>Cecropia peltata</i> L.                                                 | 1             | 0.3115  | 0.0031 | -8.3264     | 0.0259        |
| <b>S=33</b>                                                                | <b>N= 321</b> |         |        | <b>SUMA</b> | <b>4.0437</b> |

43

$$H'=4.0437$$

$$H_{max}=\log_2 S$$



$$H_{max} = \log_2 33$$

$$H_{max} = 5.0444$$

$$E = H' / H_{max}$$

$$E = 4.0437 / 5.0444$$

$$E = 0.8016$$

**Tabla 7.** Resumen de los índices

| ÍNDICE             | VALOR  |
|--------------------|--------|
| $S$                | 33     |
| $H'$               | 4.0437 |
| $H_{max}$          | 5.0444 |
| $E = H' / H_{max}$ | 0.8016 |

44

Como se puede observar en el área se tiene una diversidad de  $H' = 4.0437$ , mientras que la  $H_{max}$  es de 5.0444, lo cual indica que en el predio está muy lejos de alcanzar la máxima diversidad.

**Tabla 8.** Cálculo de índices de diversidad del sitio en el estrato arbóreo.

| NOMBRE CIENTÍFICO | ESTIMACIÓN<br>(ni) | DOMINANCIA<br>RELATIVA<br>A | ÍNDICE DE SHANNON<br>(1948) |              |                        |                                     |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------------|
|                   |                    |                             | (PI*100)                    | PI<br>(ni/N) | Log <sub>2</sub><br>PI | H<br>(PILO<br>G <sub>2</sub><br>PI) |
|                   |                    |                             |                             |              |                        |                                     |
|                   |                    |                             |                             |              |                        |                                     |



|                                                                             |    |        |        |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|--------|--------|-----------------|------------|
| <b><i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i></b>                     | 2  | 0.6231 | 0.0062 | -<br>7.326<br>4 | 0.045<br>6 |
| <b><i>Bourreria pulchra Millsp.</i></b>                                     | 6  | 1.8692 | 0.0187 | -<br>5.741<br>5 | 0.107<br>3 |
| <b><i>Cordia gerascanthus L.</i></b>                                        | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i></b>                                   | 17 | 5.2960 | 0.0530 | -<br>4.239<br>0 | 0.224<br>5 |
| <b><i>Semialarium mexicanum (Miers) Mennega</i></b>                         | 2  | 0.6231 | 0.0062 | -<br>7.326<br>4 | 0.045<br>6 |
| <b><i>Wimmeria obtusifolia Standl.</i></b>                                  | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |
| <b><i>Vitex gaumeri Greenm.</i></b>                                         | 2  | 0.6231 | 0.0062 | -<br>7.326<br>4 | 0.045<br>6 |
| <b><i>Acacia collinsii Saff.</i></b>                                        | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Acacia pennatula (Schltdl. &amp; Cham.) Benth. ssp. pennatula</i></b> | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |
| <b><i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i></b>                                   | 11 | 3.4268 | 0.0343 | -               | 0.166      |



|                                                                      |    |        |        |                 |            |
|----------------------------------------------------------------------|----|--------|--------|-----------------|------------|
|                                                                      |    |        |        | 4.867<br>0      | 8          |
| <b><i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.</b>                       | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Chloroleucon manguense</i> (Jacq.)<br/>Britton &amp; Rose</b>  | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton &amp;<br/>Rose</b>       | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |
| <b><i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.</b>                            | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |
| <b><i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth.</b>                       | 23 | 7.1651 | 0.0717 | -<br>3.802<br>9 | 0.272<br>5 |
| <b><i>Mimosa bahamensis</i> Benth.</b>                               | 2  | 0.6231 | 0.0062 | -<br>7.326<br>4 | 0.045<br>6 |
| <b><i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.</b>                          | 8  | 2.4922 | 0.0249 | -<br>5.326<br>4 | 0.132<br>7 |
| <b><i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton<br/>&amp; Rose</b> | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Senna atomaria</i> (L) Irwin &amp; Barneby.</b>                | 4  | 1.2461 | 0.0125 | -<br>6.326      | 0.078<br>8 |





|                                                   |    |        |        |                 |            |
|---------------------------------------------------|----|--------|--------|-----------------|------------|
|                                                   |    |        |        | 4               |            |
| <b><i>Hampea trilobata Standl.</i></b>            | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Luehea speciosa Willd</i></b>               | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |
| <b><i>Eugenia foetida Pers.</i></b>               | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Psidium sartorianum (Bergius) Nied.</i></b> | 6  | 1.8692 | 0.0187 | -<br>5.741<br>5 | 0.107<br>3 |
| <b><i>Sabal yapa C. Wright. ex Becc.</i></b>      | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Coccoloba spicata Lundell</i></b>           | 4  | 1.2461 | 0.0125 | -<br>6.326<br>4 | 0.078<br>8 |
| <b><i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i></b>       | 11 | 3.4268 | 0.0343 | -<br>4.867<br>0 | 0.166<br>8 |
| <b><i>Guettarda combsii Urban</i></b>             | 1  | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4 | 0.025<br>9 |
| <b><i>Randia obcordata S. Watson</i></b>          | 3  | 0.9346 | 0.0093 | -<br>6.741<br>5 | 0.063<br>0 |



|                                     |               |        |        |                        |                          |
|-------------------------------------|---------------|--------|--------|------------------------|--------------------------|
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk. | 5             | 1.5576 | 0.0156 | -<br>6.004<br>5        | 0.093<br>5               |
| <i>Cecropia peltata</i> L.          | 1             | 0.3115 | 0.0031 | -<br>8.326<br>4        | 0.025<br>9               |
| <b>S=30</b>                         | <b>N= 131</b> |        |        | <b>SUM</b><br><b>A</b> | <b>2.249</b><br><b>1</b> |

$$H'=2.2491$$

$$H_{max}=\log_2 S$$

$$H_{max}=\log_2 30$$

$$H_{max}=4.9069$$

$$E=H'/H_{max}$$

$$E=2.2491/4.9069$$

$$E=0.4584$$

48

**Tabla 9.** Resumen de los índices

| ÍNDICE                      | VALOR  |
|-----------------------------|--------|
| <b>S</b>                    | 30     |
| <b>H'</b>                   | 2.2491 |
| <b>H<sub>max</sub></b>      | 4.9069 |
| <b>E=H'/H<sub>max</sub></b> | 0.4584 |



Como se puede observar en el área se tiene una diversidad de  $H' = 2.2491$ , mientras que la  $H_{\max}$  es de 4.9069, lo cual indica que en el predio está muy lejos de alcanzar la máxima diversidad, y se observa en cuanto a la equitatividad (0.4584) que hay dominancia de algunas especies.

**Densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica.**

El índice de valor de importancia relativa es una medida que se basa en tres parámetros principales que son la densidad, la frecuencia y la dominancia relativas.

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la sp}}{\text{Frecuencia de todas las spp}} \times 100$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Núm. de individuos de la especie}}{\text{Núm. total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (CR)} = \frac{\text{Dominancia de la sp}}{\text{Dominancia de todas las spp}} \times 100$$

La dominancia de las especies está dada por la cobertura de las especies según el estrato.

A continuación, se presentan los valores de VIR según el estrato de registro.

**Tabla 10.** Valores de importancia relativa de las especies del estrato herbáceo.

| NOMBRE CIENTÍFICO | DR | FR | CR | VIR |
|-------------------|----|----|----|-----|
|-------------------|----|----|----|-----|



|                                                                   |        |       |        |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|--------|
| <i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers</i>                            | 6.180  | 4.096 | 0.773  | 11.049 |
| <i>Viguiera dentata var. helianthoides (Kunth)<br/>S.F. Blake</i> | 3.371  | 1.365 | 4.201  | 8.937  |
| <i>Arrabidaea floribunda (Kunth) Loes</i>                         | 0.702  | 1.706 | 0.527  | 2.936  |
| <i>Parmentiera millspaughiana L.O. Williams</i>                   | 1.124  | 2.389 | 2.602  | 6.114  |
| <i>Bourreria pulchra Millsp.</i>                                  | 0.140  | 0.341 | 0.158  | 0.640  |
| <i>Cordia gerascanthus L.</i>                                     | 0.562  | 1.365 | 0.176  | 2.103  |
| <i>Bromelia karatas L.</i>                                        | 0.421  | 1.024 | 1.424  | 2.869  |
| <i>Bromelia pinguin (E. Morren). L.B.Smith</i>                    | 0.281  | 0.683 | 1.301  | 2.264  |
| <i>Nopalea gaumeri Britton &amp; Rose</i>                         | 1.404  | 2.048 | 0.176  | 3.628  |
| <i>Merremia aegyptia (L.) Urb.</i>                                | 0.983  | 2.048 | 0.668  | 3.699  |
| <i>Dioscorea convolvulacea Schltr. &amp; Cham.</i>                | 1.685  | 2.389 | 1.169  | 5.243  |
| <i>Diospyros anisandra S.F. Blake</i>                             | 2.809  | 4.437 | 5.977  | 13.223 |
| <i>Cnidioscolus aconitifolius (Mill) I.M. Johnston</i>            | 0.983  | 2.048 | 0.967  | 3.998  |
| <i>Croton chichenensis Lundell.</i>                               | 3.371  | 4.778 | 3.287  | 11.436 |
| <i>Croton reflexifolius Kunth</i>                                 | 3.511  | 3.413 | 7.014  | 13.938 |
| <i>Dalechampia scandens L.</i>                                    | 0.843  | 1.365 | 0.668  | 2.876  |
| <i>Hyptis pectinata (L.) Poit.</i>                                | 0.562  | 0.341 | 1.283  | 2.186  |
| <i>Ocimum campechianum Mill.</i>                                  | 3.933  | 4.096 | 2.057  | 10.085 |
| <i>Acacia collinsii Saff.</i>                                     | 1.545  | 2.730 | 0.527  | 4.803  |
| <i>Bauhinia divaricata L.</i>                                     | 1.264  | 2.389 | 0.809  | 4.462  |
| <i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>                                | 0.140  | 0.341 | 0.158  | 0.640  |
| <i>Centrosema virginianum (L.) Benth</i>                          | 1.124  | 2.730 | 0.817  | 4.671  |
| <i>Chamaecrista glandulosa (L.) Greene</i>                        | 0.421  | 0.683 | 0.721  | 1.825  |
| <i>Mimosa bahamensis Benth.</i>                                   | 10.253 | 6.485 | 17.034 | 33.772 |
| <i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>                              | 0.140  | 0.341 | 0.158  | 0.640  |
| <i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton &amp; Rose</i>         | 0.562  | 1.024 | 1.072  | 2.658  |
| <i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>                            | 2.669  | 2.730 | 2.127  | 7.526  |
| <i>Hampea trilobata Standl.</i>                                   | 0.281  | 0.683 | 0.316  | 1.280  |
| <i>Waltheria indica L.</i>                                        | 1.685  | 1.024 | 1.670  | 4.379  |
| <i>Neea psychotrioides Donn. Sm.</i>                              | 1.685  | 3.072 | 1.652  | 6.410  |
| <i>Catasetum integerrimum Hook.</i>                               | 0.281  | 0.683 | 0.439  | 1.403  |
| <i>Cohniella cebolleta (Jacq.) Christenson.</i>                   | 0.702  | 1.365 | 0.141  | 2.208  |
| <i>Laelia rubescens Lindl.</i>                                    | 0.281  | 0.683 | 0.035  | 0.999  |



|                                                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.      | 1.124      | 1.706      | 0.141      | 2.971      |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.      | 2.247      | 1.365      | 1.477      | 5.089      |
| <i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm. | 2.388      | 3.754      | 1.037      | 7.179      |
| <i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.          | 19.803     | 5.802      | 11.057     | 36.663     |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka.            | 2.669      | 0.341      | 1.863      | 4.873      |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq.                     | 3.371      | 0.341      | 3.797      | 7.509      |
| <i>Paspalum langei</i> (E. Fourn.) Nash          | 1.264      | 2.048      | 0.633      | 3.945      |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                 | 1.404      | 2.730      | 2.268      | 6.403      |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe             | 1.404      | 2.389      | 3.762      | 7.556      |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> (Gross) Blake  | 3.090      | 3.754      | 6.469      | 13.313     |
| <i>Morinda royoc</i> L.                          | 1.545      | 3.072      | 1.134      | 5.750      |
| <i>Randia longiloba</i> Hemsley                  | 0.702      | 1.024      | 1.406      | 3.132      |
| <i>Randia obcordata</i> S. Watson                | 0.281      | 0.683      | 0.563      | 1.526      |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.              | 1.545      | 2.048      | 0.457      | 4.050      |
| <i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.    | 0.421      | 1.024      | 0.510      | 1.955      |
| <i>Lantana camara</i> L.                         | 0.702      | 0.683      | 1.037      | 2.422      |
| <i>Zamia loddigesii</i> Miq.                     | 0.140      | 0.341      | 0.281      | 0.763      |
|                                                  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

**Tabla 11.** Valores de importancia relativa de las especies del estrato arbustivo.

| NOMBRE CIENTÍFICO                                                       | DR    | FR    | CR    | VIR    |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| <i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams                         | 4.050 | 5.759 | 4.631 | 14.440 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.                        | 0.312 | 0.524 | 0.130 | 0.965  |
| <i>Bourreria pulchra</i> Millsp.                                        | 0.935 | 1.571 | 0.981 | 3.486  |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega                            | 3.427 | 3.141 | 2.943 | 9.511  |
| <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake                                   | 6.231 | 6.283 | 6.304 | 18.817 |
| <i>Croton reflexifolius</i> Kunth                                       | 8.411 | 6.806 | 7.963 | 23.181 |
| <i>Acacia collinsii</i> Saff.                                           | 5.296 | 6.283 | 4.486 | 16.065 |
| <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. ssp. <i>pennatula</i> | 0.312 | 0.524 | 0.519 | 1.354  |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.                                 | 0.935 | 1.571 | 1.269 | 3.775  |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                                           | 3.427 | 4.188 | 3.722 | 11.337 |
| <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.                                      | 0.935 | 1.571 | 0.851 | 3.356  |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose                         | 0.935 | 1.571 | 0.880 | 3.385  |



|                                                       |            |            |            |            |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth.               | 0.623      | 1.047      | 0.649      | 2.319      |
| <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                       | 11.215     | 8.901      | 11.887     | 32.002     |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                  | 0.623      | 1.047      | 0.591      | 2.262      |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose | 0.935      | 1.047      | 1.010      | 2.992      |
| <i>Senna atomaria</i> (L) Irwin & Barneby.            | 1.246      | 2.094      | 1.342      | 4.682      |
| <i>Malpighia puniceifolia</i> L.                      | 0.312      | 0.524      | 0.361      | 1.196      |
| <i>Hampea trilobata</i> Standl.                       | 0.312      | 0.524      | 0.519      | 1.354      |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd                          | 0.935      | 1.047      | 0.779      | 2.761      |
| <i>Eugenia foetida</i> Pers.                          | 0.312      | 0.524      | 0.130      | 0.965      |
| <i>Psidium sartorianum</i> (Bergius) Nied.            | 3.427      | 4.712      | 3.102      | 11.240     |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                  | 9.034      | 8.901      | 10.141     | 28.076     |
| <i>Pisonia aculeata</i> L.                            | 0.623      | 1.047      | 0.361      | 2.031      |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                      | 0.935      | 1.571      | 0.591      | 3.097      |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                  | 19.938     | 10.471     | 18.826     | 49.235     |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> (Gross) Blake       | 2.492      | 3.665      | 2.222      | 8.379      |
| <i>Guettarda combsii</i> Urban                        | 0.312      | 0.524      | 0.519      | 1.354      |
| <i>Randia longiloba</i> Hemsley                       | 8.411      | 7.853      | 9.290      | 25.555     |
| <i>Randia obcordata</i> S. Watson                     | 1.869      | 2.618      | 1.890      | 6.377      |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.                   | 0.312      | 0.524      | 0.519      | 1.354      |
| <i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.                   | 0.623      | 1.047      | 0.361      | 2.031      |
| <i>Cecropia peltata</i> L.                            | 0.312      | 0.524      | 0.231      | 1.066      |
|                                                       | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

52

**Tabla 12.** Valores de importancia relativa de las especies del estrato arbustivo.

| NOMBRE CIENTÍFICO                                | DR     | FR     | CR     | VIR    |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | 1.527  | 2.703  | 1.197  | 5.426  |
| <i>Bourreria pulchra</i> Millsp.                 | 4.580  | 5.405  | 3.305  | 13.291 |
| <i>Cordia gerascanthus</i> L.                    | 0.763  | 1.351  | 0.445  | 2.559  |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.               | 12.977 | 10.811 | 14.599 | 38.387 |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega     | 1.527  | 1.351  | 0.620  | 3.498  |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.              | 2.290  | 2.703  | 4.623  | 9.616  |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                     | 1.527  | 1.351  | 3.058  | 5.936  |
| <i>Acacia collinsii</i> Saff.                    | 0.763  | 1.351  | 0.269  | 2.384  |



|                                                                  |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. ssp. pennatula | 2.290      | 2.703      | 2.377      | 7.370      |
| <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.                               | 8.397      | 6.757      | 8.257      | 23.411     |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.                          | 0.763      | 1.351      | 0.549      | 2.664      |
| <i>Chloroleucon manguense</i> (Jacq.) Britton & Rose             | 0.763      | 1.351      | 2.904      | 5.019      |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose                  | 2.290      | 2.703      | 2.246      | 7.238      |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                               | 2.290      | 2.703      | 2.026      | 7.019      |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth.                          | 17.557     | 13.514     | 24.168     | 55.239     |
| <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                                  | 1.527      | 1.351      | 0.538      | 3.416      |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                             | 6.107      | 5.405      | 5.584      | 17.096     |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose            | 0.763      | 1.351      | 1.235      | 3.350      |
| <i>Senna atomaria</i> (L) Irwin & Barneby.                       | 3.053      | 2.703      | 2.871      | 8.628      |
| <i>Hampea trilobata</i> Standl.                                  | 0.763      | 1.351      | 0.351      | 2.466      |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd                                     | 2.290      | 2.703      | 1.460      | 6.453      |
| <i>Eugenia foetida</i> Pers.                                     | 0.763      | 1.351      | 0.791      | 2.905      |
| <i>Psidium sartorianum</i> (Bergius) Nied.                       | 4.580      | 4.054      | 3.300      | 11.934     |
| <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                            | 0.763      | 1.351      | 1.235      | 3.350      |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                                 | 3.053      | 2.703      | 1.499      | 7.255      |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                             | 8.397      | 6.757      | 3.722      | 18.876     |
| <i>Guettarda combsii</i> Urban                                   | 0.763      | 1.351      | 0.549      | 2.664      |
| <i>Randia obcordata</i> S. Watson                                | 2.290      | 4.054      | 1.065      | 7.409      |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.                              | 3.817      | 4.054      | 4.365      | 12.236     |
| <i>Cecropia peltata</i> L.                                       | 0.763      | 1.351      | 0.791      | 2.905      |
|                                                                  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>300</b> |

En resumen, en el estrato herbáceo la especie con mayor VIR corresponde a *Lasiacis divaricata* con 36.663%, la cual es una especie común de selvas medianas y selvas bajas, en el estrato arbustivo *Gymnopodium floribundum* 49.235% esta especie esta ampliamente distribuida en los tipos de selva de Yucatán, es muy abundante en las primeras etapas de sucesión, esta especie fue muy abundante en el área correspondiente a la granja, la cual es una zona donde la actividad agropecuaria lleva menos tiempo de abandono y por último en el estrato arbóreo la especie con mayor VIR corresponde a *Lysiloma latisiliquum* con 55.239% la cual también es una especie muy distribuida en el estado de Yucatán, esta



especie tuvo mayores registros en el área correspondiente al camino, cabe destacar que esta especie fue una con mayores registros de DAP, y es debido a que los potreros o predios en general mantiene franjas de vegetación en los bordes y el camino precisamente pasa por uno de estos bordes, por lo que tiene mayor tiempo de recuperación que el área que ocupará la granja, cabe destacar que la vegetación que rodea al área del camino es prácticamente herbácea

## **b) Fauna**

### **Estado de conocimiento actual de la fauna a nivel nacional, regional y estatal**

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida, abarca la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

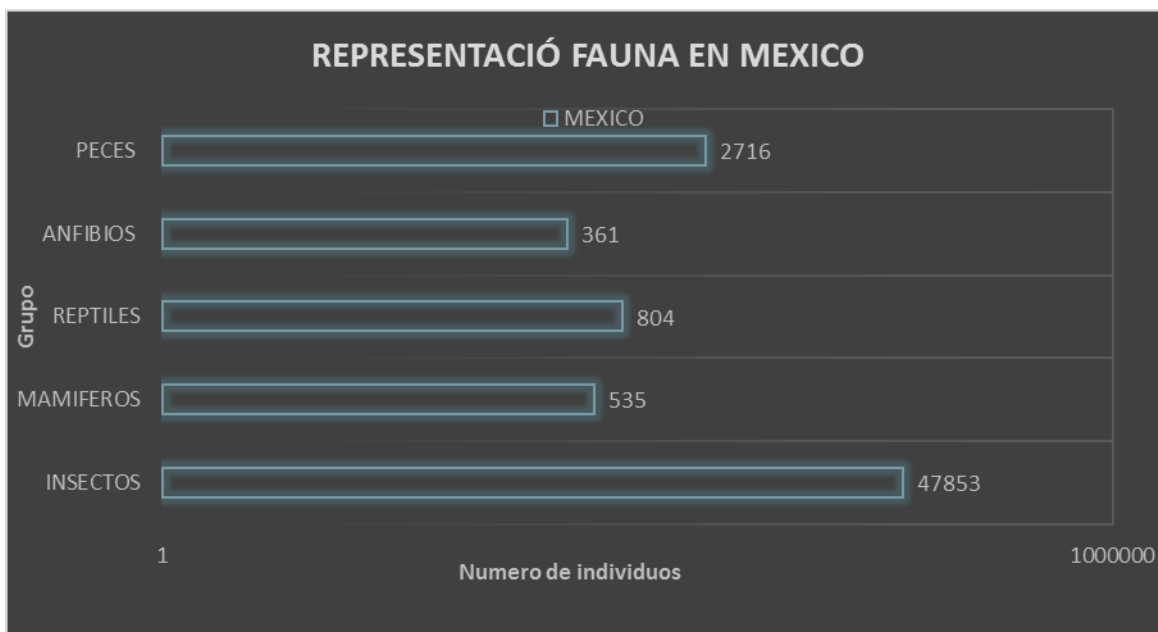
54

#### **FAUNA A NIVEL NACIONAL**

México es considerado un país “megadiverso”, debido a su situación geográfica y a su intrincado paisaje. México se encuentra representado por el 12% de la diversidad terrestre del planeta. Prácticamente todos los tipos de vegetación terrestres conocidos se encuentran representados en el país. Además, muchas de las especies que se encuentran en el país no se localizan en otras partes del mundo. Esta diversidad es el resultado de la compleja topografía y geología, y de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, lo que quiere decir que en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica. La fauna del país es diversa como se observa en la tabla siguiente, siendo los insectos y las aves las que presentan el mayor número de especies registradas. (CONABIO, 2015)

#### **Diversidad de animales en México. (CONABIO, 2015)**

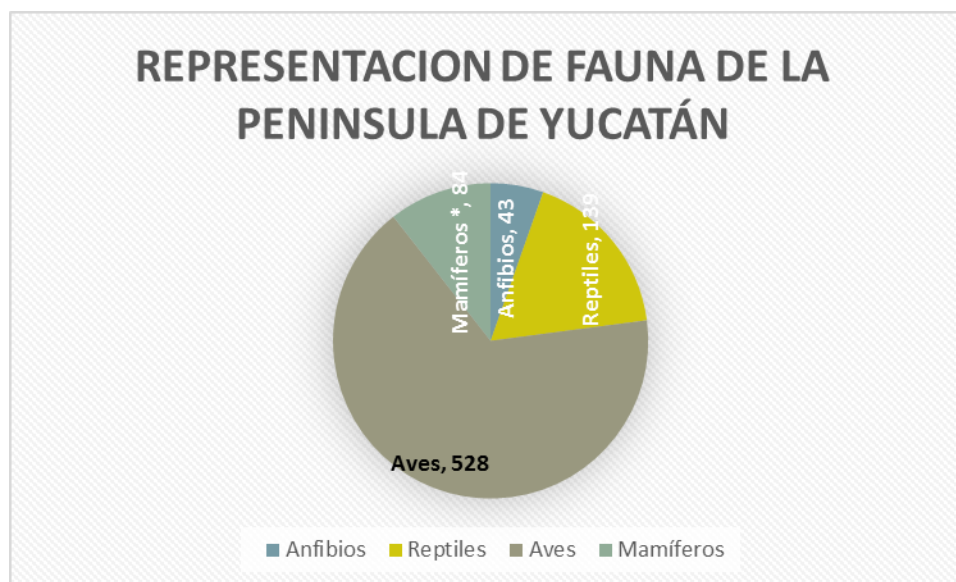




**Grafica 1.** Representación de fauna en México.

#### FAUNA A NIVEL REGIONAL

A nivel regional en la península de Yucatán se tienen reportadas 794 especies de fauna silvestre como se observa en el cuadro siguiente:



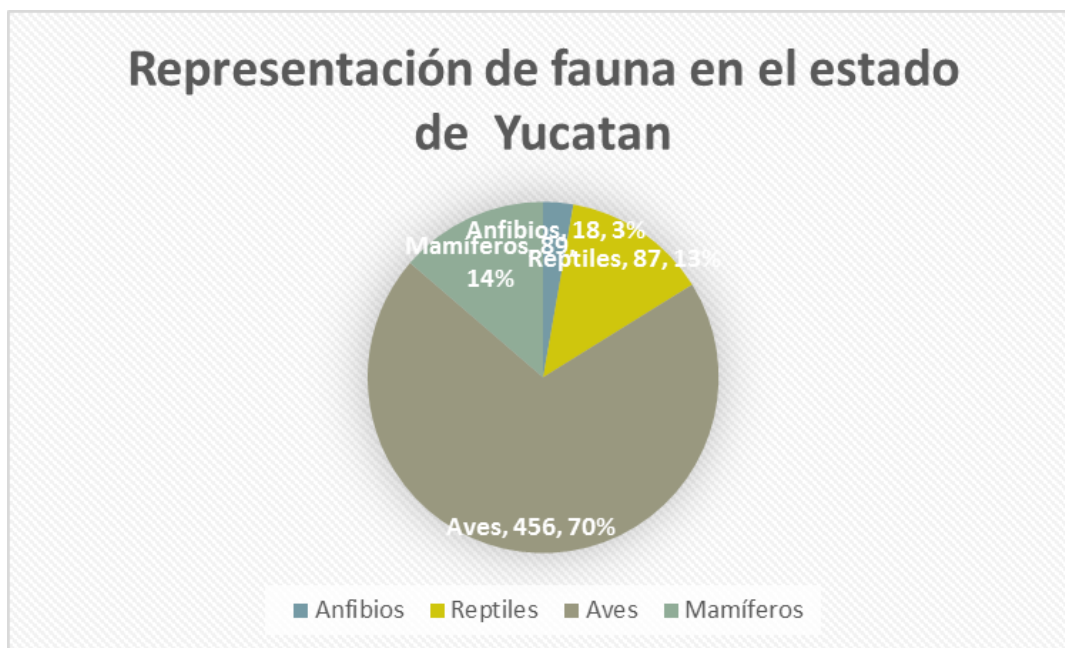
**Grafica 2.** Fauna silvestre de la península de Yucatán.

\*No se incluye roedores y murciélagos



## FAUNA A NIVEL ESTATAL

En 2010 Duran y colaboradores <sup>1</sup> presentaron un compendio de la Biodiversidad del estado de Yucatán donde reportan los siguientes resultados:



56

**Grafico 3.-Fauna silvestre del estado de Yucatán.**

\*No se incluye roedores y murciélagos

La fauna que se registra en el estado es representativa en toda la península de Yucatán, por lo que es de gran importancia conocer la fauna que se distribuye en el área del proyecto.

## ESTADO DEL PREDIO Y FAUNA REGISTRADA.

### Estado actual del predio

El predio donde se ubica el área del proyecto sujeto a evaluación se encuentra previamente afectada por actividades antropogénicas, con vegetación en estado de recuperación. Presentando vegetación de tipo forestal.

<sup>1</sup> Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.



## **Muestreo de fauna**

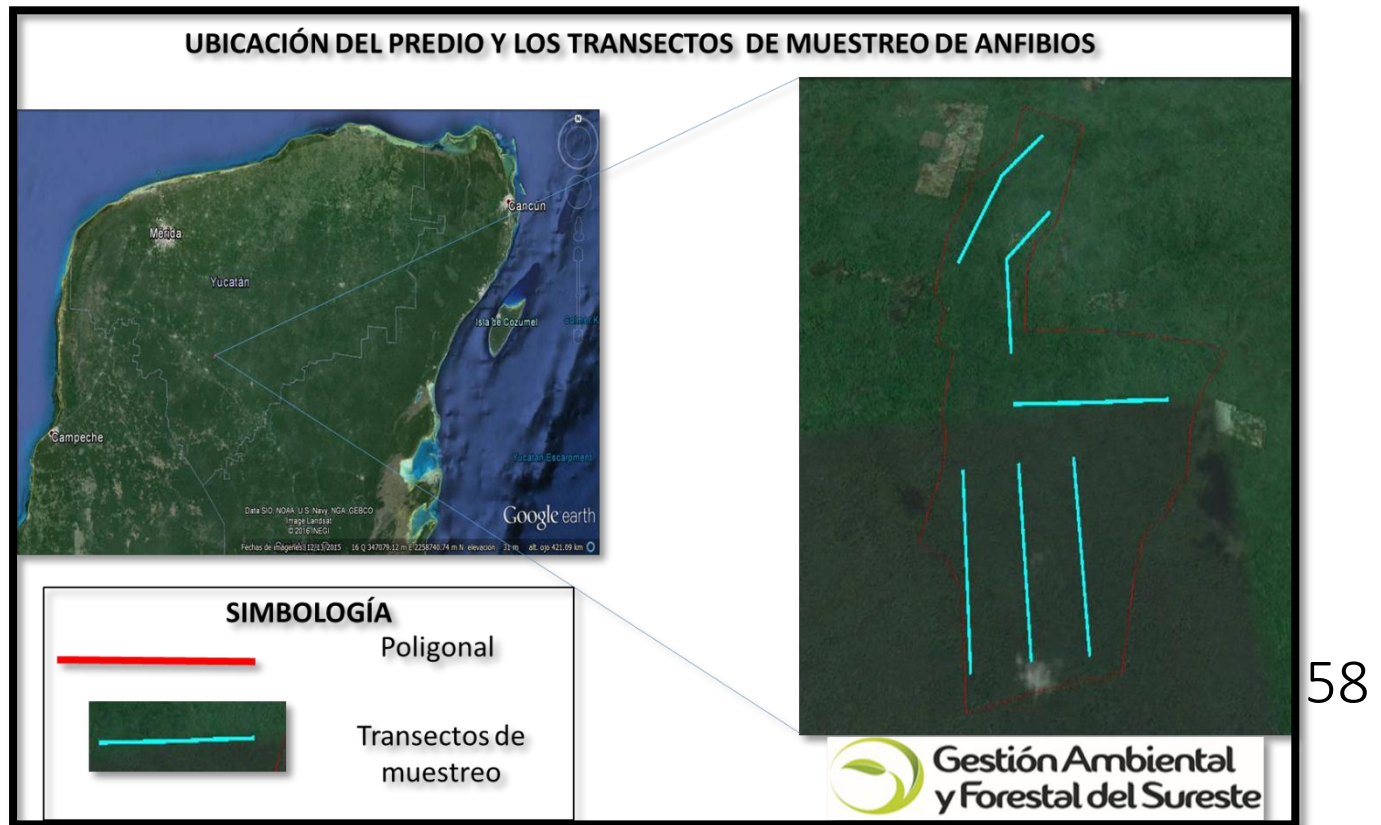
### ***Técnicas de monitoreo y captura***

El muestreo de la fauna silvestre se realizó utilizando métodos directos e indirectos de los principales grupos de vertebrados: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Con estos muestreos se realizó un esfuerzo de captura para tener un monitoreo representativo de acuerdo con el área de estudio del proyecto. A continuación, se describen las técnicas de muestreo que se utilizaron para el registro de los diferentes grupos de fauna que se identificaron en el predio.

### **Anfibios**

El muestreo de anfibios se realizó por medio de búsqueda directa no restringida, el cual es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios.

El método consiste en efectuar caminatas diurnas y nocturnas entre la vegetación y áreas con presencia de agua (charcos, estanques, lagunas, cenotes etc.) en busca de anfibios. Este tipo de muestreo aporta información de manera relativamente rápida acerca de cuáles especies se encuentran presentes en el área del proyecto y con qué abundancias relativas aproximadas en un sitio homogéneo o bien, por cada estrato de muestreo en un sitio heterogéneo. Se realizaron 6 transectos lineales de 900 m de longitud con una banda ancha de 2 m. Las especies son identificadas directamente (observación) esto se realizará con el apoyo de literatura especializada para la identificación de las especies, específicamente se utiliza Campbell (1998) y Lee (2000). La nomenclatura utilizada fue la propuesta por Flores-Villela (1993).



**Fig. 14** Ubicación del predio y los transectos de muestreo de anfios.



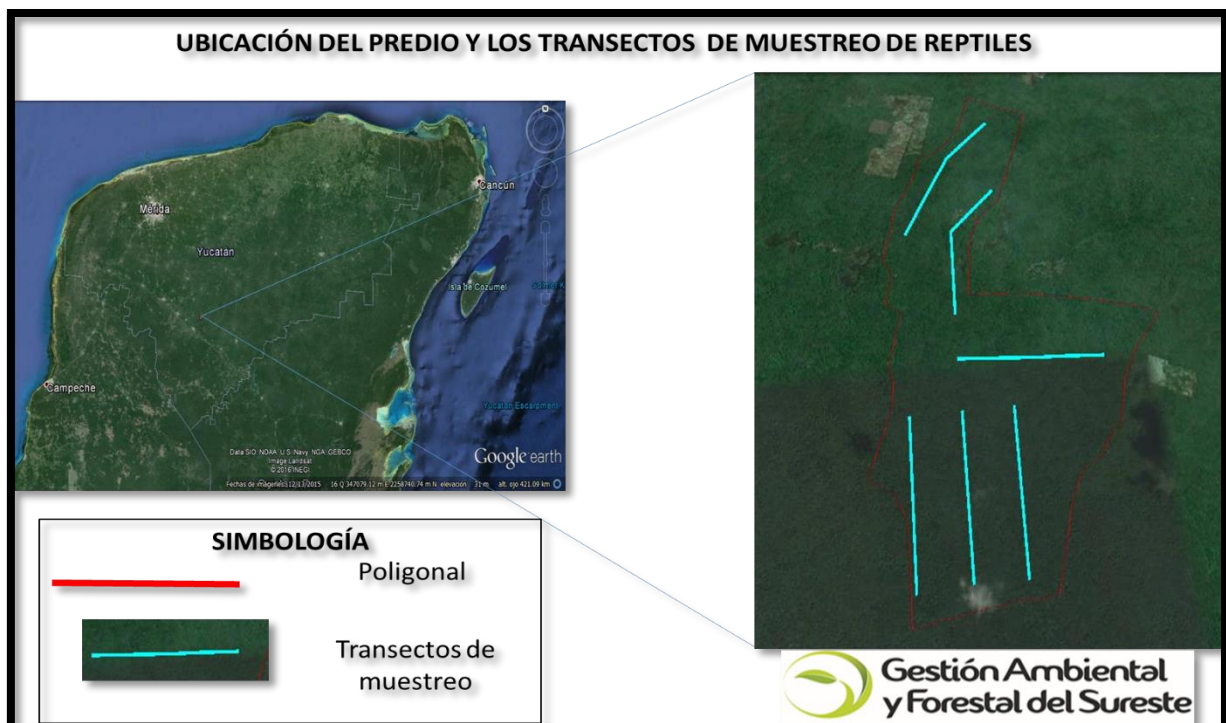
## Reptiles

El muestreo de reptiles se realizó por medio de búsqueda directa no restringida, que es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios.

Este método consiste en efectuar caminatas diurnas entre la vegetación en busca de reptiles. Este tipo de muestreo aporta información de manera relativamente rápida acerca de cuáles especies están presentes y con qué abundancias relativas aproximadas en un sitio homogéneo o bien, por cada estrato de muestreo en un sitio heterogéneo.

Se realizaron cinco transectos lineales de 900 m de longitud con una banda ancha de 2 m. Las especies fueron identificadas visualmente, esto se realizó con el apoyo de literatura especializada para la identificación de las especies, específicamente se utilizó Campbell (1998) y Lee (2000). La nomenclatura utilizada fue la propuesta por Flores-Villela (1993).

59



**Fig. 15** Ubicación del predio y los transectos de muestreo de reptiles

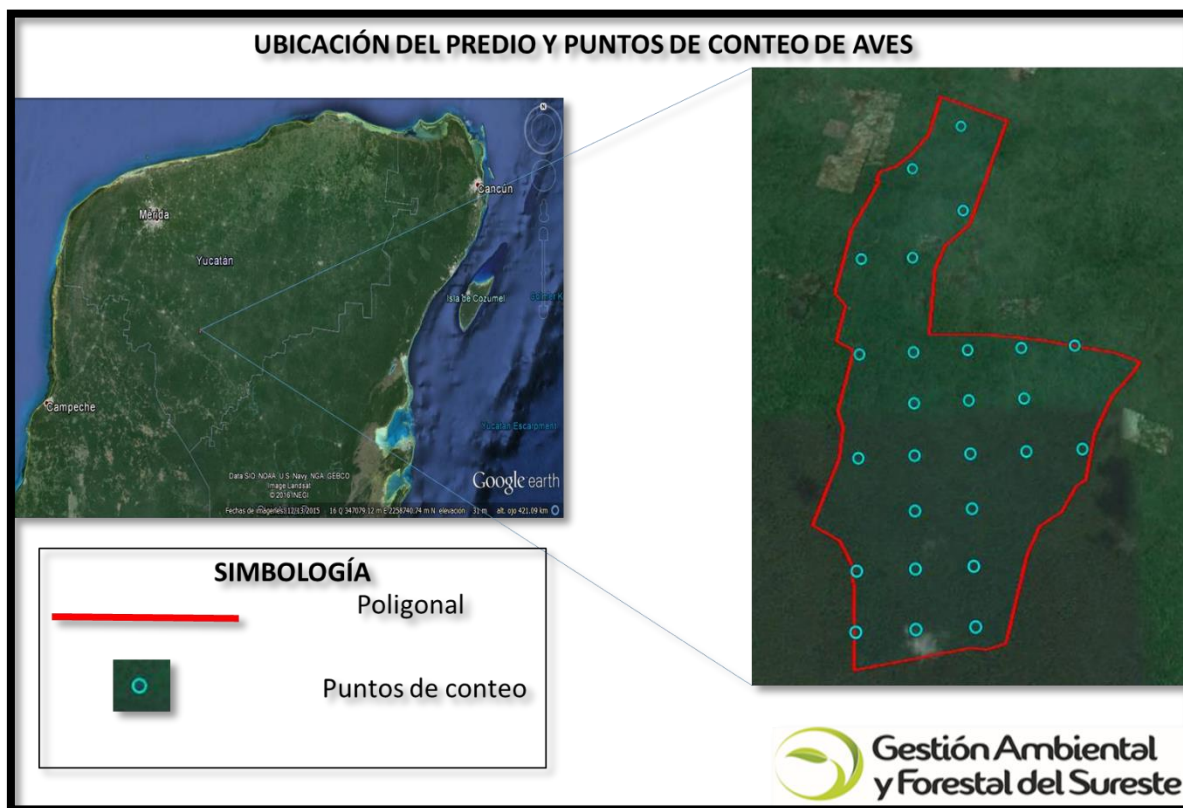




### Aves

Para la observación y registro de las aves se empleó la técnica de puntos de conteo con un ancho de banda fijo. (Ralph *et al.*, 1994). Los puntos de conteo se ubicaron dentro del área del proyecto. En total se realizaron 26 puntos de conteo con un ancho de banda de 10 m.

Se contabilizaron todas las aves observadas (alimentándose, perchando o reproduciendo) y escuchadas dentro del área de muestreo por 10 min en cada punto. Esta metodología se realizó de 6:00am a 10:00 am. Las especies fueron identificadas con ayuda de guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 2000; Sibley, 2000).



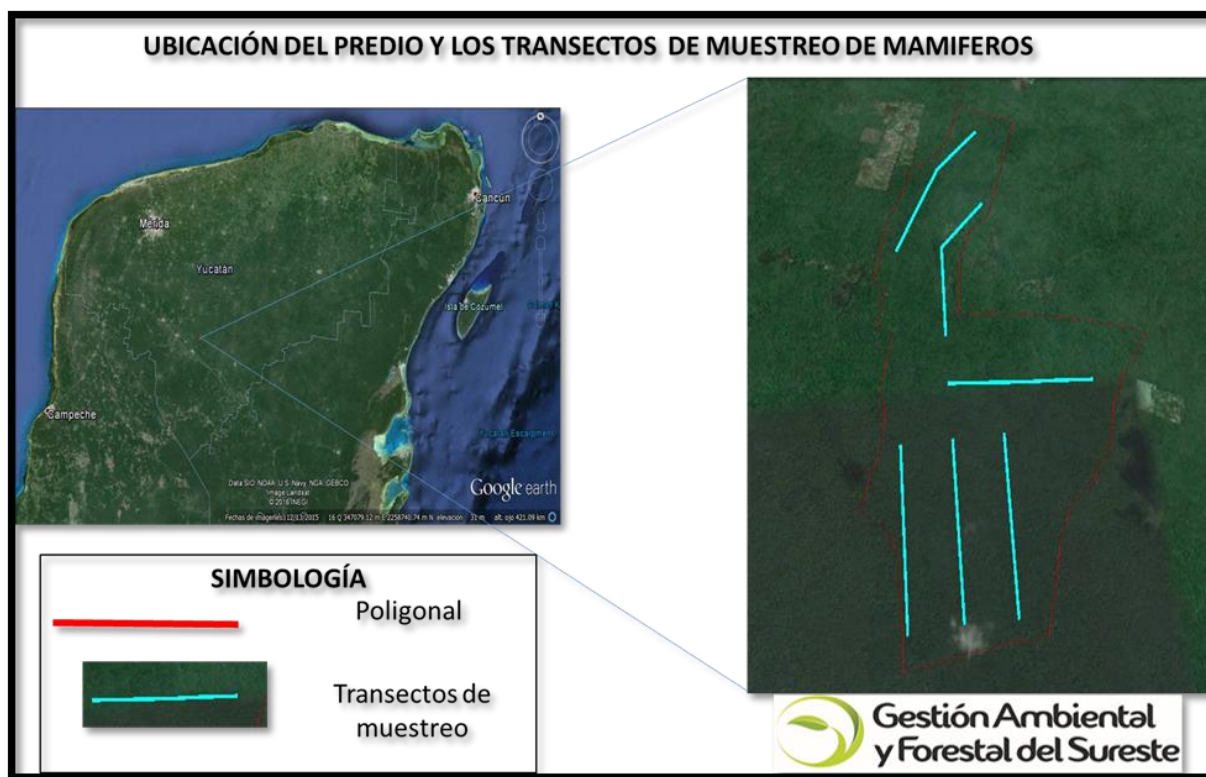
**Fig. 16** Ubicación del predio y los transectos de muestreo de aves



### Mamíferos

Los muestreos para el registro de mamíferos de talla mediana y grande se realizaron mediante métodos directos como capturas, observaciones diurnas y lampareo, Y métodos indirectos como la observación de echaderos, huellas, rastros, excretas, residuos de alimentos, madrigueras, huesos, pelos y vocalizaciones, así como cadáveres encontrados (Aranda, 2000; Romero-Almaraz *et al.*, 2000). Lo anterior se realizó a través de recorridos diurnos en los transectos establecidos dentro de las áreas del proyecto.

Para la identificación se utilizaron las guías de campo de Aranda (2000) y Reid (1997). El ordenamiento filogenético y la nomenclatura utilizada para los taxa de mamíferos se hizo siguiendo las recomendaciones de Ramírez-Pulido *et al.* (2005).



**Fig. 17** Ubicación del predio y los transectos de muestreo de reptiles



## RESULTADOS

De las especies verificadas se realizó la valoración de endemismos, estatus de conservación y situación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es el instrumento legal por medio del cual los Estados Unidos Mexicanos determinan las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, tanto terrestres como acuáticas, que deban estar incluidas en alguna categoría de riesgo de extinción. Esta clasificación tiene cuatro categorías:

- A. Probablemente extinta en el medio silvestre (E)
- B. Peligro de extinción (P)
- C. Amenazadas (A)
- D. Sujetas a protección especial (Pr)

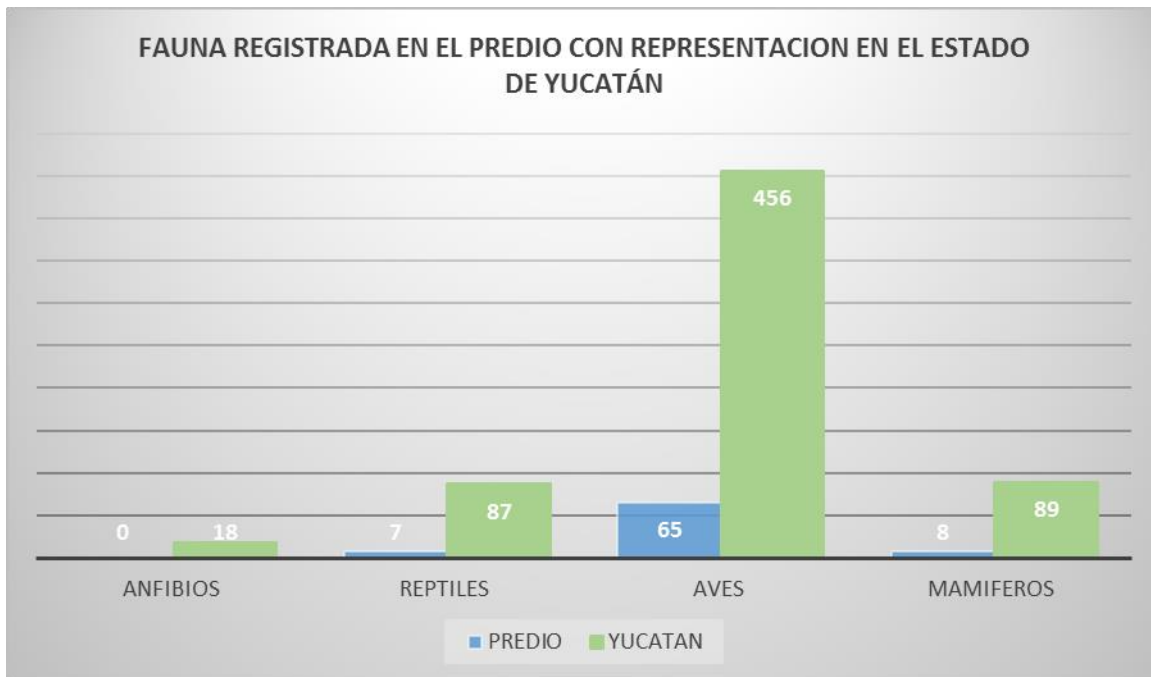
Durante los muestreos intensivo y exhaustivo realizados para los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos se logró verificar la presencia de 80 especies de fauna, siendo el grupo de aves el más representado con 65 especies y el grupo de anfibios que fue nulo con 0 especies registradas. De las especies registradas en el área del predio se encontró 5 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

62

**Tabla 13.** Número de especies de vertebrados terrestres verificados por grupo estudiado, así como especies bajo alguna categoría de riesgo.

| Grupo            | Especies Verificadas | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Anfibios</b>  | 0                    | 0                     |
| <b>Reptiles</b>  | 7                    | 1                     |
| <b>Aves</b>      | 65                   | 4                     |
| <b>Mamíferos</b> | 8                    | 0                     |
| <b>TOTAL</b>     | 80                   | 5                     |





### ***Anfibios***

No se registró ninguna especie de anfibio dentro del área del proyecto.

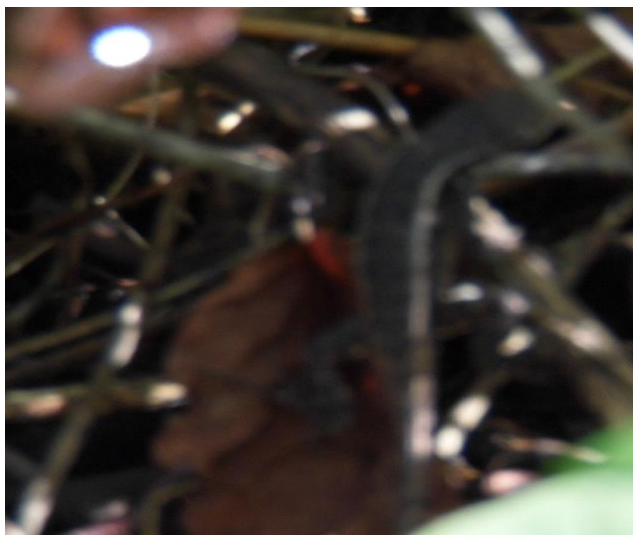
En el estado de Yucatán se tienen registrados 18 especies de anfibios de las cuales no se encontró ninguna especie en el área de predio.

### ***Reptiles***

En cuanto a reptiles se registraron 8 especies de reptil en el área del proyecto. Para los reptiles se tiene registrado 87 especies de las cuales siete especies fueron registrada en el predio. El número de registros de especies es reducido en comparación con el reportado en el estado.



### Algunas evidencias de reptiles



Iguana rayada (*Ctenosaura similis*)

Lagartija escamosa ( *Sceloporus chrysostictus*)



**Tabla 14.** Lista de especies de reptiles registrados en el área del proyecto.

| Num | Orden /<br>Nombre científico     | Familia /<br>Nombre español            | Residencia | NOM-<br>059 | UICN |
|-----|----------------------------------|----------------------------------------|------------|-------------|------|
|     | <b>Squamata</b>                  | <b>Iguanidae</b>                       |            |             |      |
| 1   | <i>Ctenosaura similis</i>        | Iguana rayada                          | R          | A           | LC   |
| 2   | <i>Holcosus undulatus</i>        | lagartija arcoiris                     |            |             |      |
| 3   | <i>Anolis sagrei</i>             | Lagartija chipojo                      | R          |             | LC   |
|     | <b>Squamata</b>                  | <b>Phrynosomatidae</b>                 |            |             |      |
| 4   | <i>Sceloporus chrysostictus</i>  | lagartija escamosa pintas<br>amarillas | R          |             | LC   |
|     | <b>Squamata</b>                  | <b>Teiidae</b>                         |            |             |      |
| 4   | <i>Aspidozelis angusticeps</i>   | Huico yucateco                         | R          |             | LC   |
|     | <b>Squamata</b>                  | <b>Colubridae</b>                      |            |             |      |
| 6   | <i>Senticolis triaspis</i>       | culebra Ratonera                       | R          |             | LC   |
| 7   | <i>Mastigondryas melanolomus</i> | culebra lagartijera comun              | R          |             | LC   |

65

### **Aves**

Como resultado de puntos de conteo establecidas dentro del área del predio se verificó la presencia de 65 especies de aves incluidas en 13 Ordenes y 29 Familias. De las especies registradas 4 se encuentran bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron 7 especies endémicas.

La familia con mayor número de registros fue la Tyrannidae con 8 especies. La mayoría de las especies de aves registradas en el predio son comunes, sin embargo, se registraron algunas aves migratorias. De las 456 especies que se tienen reportadas para el estado, 65 fueron encontradas dentro del área del proyecto.



### Algunas evidencias de aves



Vireo encapuchado (*Setophaga citrina*)



Chipe suélelo (*Seiurus aurocapilla*)

66

**Tabla 15.** Listado de especies de aves registradas en el predio.

| AVES | Orden /<br>Nombre científico    | Familia /<br>Nombre español | Residencia | NOM-<br>059 | UICN |
|------|---------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|------|
|      | <b>Tinamiformes</b>             | <b>Tinamidae</b>            |            |             |      |
| 1    | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo               | R          | Pr          | LC   |



| <b>Galliformes</b>      |                                 | <b>Cracidae</b>        |      |     |    |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------|------|-----|----|
| <b>2</b>                | <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca Oriental    | R    |     | LC |
| <b>3</b>                | <i>Melanegris</i>               | Ocellata               | R    | A,e | LC |
| <b>Galliformes</b>      |                                 | <b>Odontophoridae</b>  |      |     |    |
| <b>4</b>                | <i>Colinus nigrogularis</i>     | Codorniz Yucateca      | R    | e   | LC |
| <b>Accipitriformes</b>  |                                 | <b>Cathartidae</b>     |      |     |    |
| <b>5</b>                | <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote Común         | R    |     | LC |
| <b>6</b>                | <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote Aura          | R    |     | LC |
| <b>Accipitriformes</b>  |                                 | <b>Accipitridae</b>    |      |     |    |
| <b>7</b>                | <i>Rupornis magnirostris</i>    | Aguillita Caminera     | R    |     | LC |
| <b>Columbiformes</b>    |                                 | <b>Columbidae</b>      |      |     |    |
| <b>8</b>                | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma Morada          | R    |     | LC |
| <b>9</b>                | <i>Columbina passerina</i>      | Tortolita Pico Rojo    | R    |     | LC |
| <b>10</b>               | <i>Columbina minuta</i>         | Tortolita Pecho Liso   | R    |     | LC |
| <b>11</b>               | <i>Columbina talpacoti</i>      | Tortolita Canela       | R    |     | LC |
| <b>12</b>               | <i>Leptotila verreauxi</i>      | Paloma Arroyera        | R    |     | LC |
| <b>13</b>               | <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma Caribeña        | R    |     | LC |
| <b>14</b>               | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma Alas Blancas    | R,MI |     | LC |
| <b>Psittaciformes</b>   |                                 | <b>Psittacidae</b>     |      |     |    |
| <b>15</b>               | <i>Eupsittula nana</i>          | Perico pecho sucio     | R    | Pr  | LC |
| <b>Cuculiformes</b>     |                                 | <b>Cuculidae</b>       |      |     |    |
| <b>16</b>               | <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos Tropical  | R    |     | LC |
| <b>17</b>               | <i>Crotophaga sulcirostris</i>  | Garrapatero Pijuy      | R    |     | LC |
| <b>18</b>               | <i>Piaya cayana</i>             | Cuclillo canela        | R    |     | LC |
| <b>Strigiformes</b>     |                                 | <b>Strigidae</b>       |      |     |    |
| <b>19</b>               | <i>Glaucidium brasilianum</i>   | Tecolote Bajeño        | R    |     | LC |
| <b>20</b>               | <i>Megascops guatemalae</i>     | Tecolote sapo          | R    |     | LC |
| <b>Caprimulgiformes</b> |                                 | <b>Caprimulgidae</b>   |      |     |    |
| <b>21</b>               | <i>Nyctidromus albicollis</i>   | Chotacabras Pauraque   | R    |     | LC |
| <b>22</b>               | <i>Antrostomus badius</i>       | Tapacaminos Yucateco   | R    |     | LC |
| <b>Apodiformes</b>      |                                 | <b>Trochilidae</b>     |      |     |    |
| <b>23</b>               | <i>Amazilia yucatanensis</i>    | Colibrí Vientre Canelo | R    |     | LC |
| <b>24</b>               | <i>Anthracothorax prevostii</i> | Colibrí garganta negra |      |     |    |
| <b>25</b>               | <i>Amazilia rutila</i>          | Colibrí Canelo         | R    |     | LC |
| <b>Trogoniformes</b>    |                                 | <b>Trogonidae</b>      |      |     |    |



|                      |                                  |                        |      |       |
|----------------------|----------------------------------|------------------------|------|-------|
| 26                   | <i>Trogon melanocephalus</i>     | Coa Cabeza Negra       | R    | LC    |
| <b>Coraciiformes</b> |                                  | <b>Momotidae</b>       |      |       |
| 27                   | <i>Momotus momota</i>            | Momoto corona azul     | R    | LC    |
| 28                   | <i>Eumomota superciliosa</i>     | Momoto Cejas Azules    | R    | LC    |
| <b>Piciformes</b>    |                                  | <b>Picidae</b>         |      |       |
| 29                   | <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | Carpintero Yucateco    | R    | e LC  |
| 30                   | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | Carpintero Cheje       | R    | LC    |
| 31                   | <i>Picoides scalaris</i>         | Carpintero Mexicano    | R    | LC    |
| 32                   | <i>Dryocopus lineatus</i>        | Carpintero lineado     | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Thamnophilidae</b>  |      |       |
| 33                   | <i>Thamnophilus doliatus</i>     | Batará Barrado         | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Furnariidae</b>     |      |       |
| 34                   | <i>Xiphorhynchus flavigaster</i> | Trepatroncos Bigotudo  | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Tyrannidae</b>      |      |       |
| 35                   | <i>Camptostoma imberbe</i>       | Mosquerito Chillón     | R    | LC    |
| 36                   | <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas Yucateco    | R    | e LC  |
| 37                   | <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas Triste      | R    | LC    |
| 38                   | <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas Gritón      | R,MV | LC    |
| 39                   | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Luis Bienteveo         | R    | LC    |
| 40                   | <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis Pico Grueso       | R    | LC    |
| 41                   | <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito Común          | R    | LC    |
| 42                   | <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano Pirirí          | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Vireonidae</b>      |      |       |
| 43                   | <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón Cejas Canela    | R    | LC    |
| 44                   | <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero         | R    | Pr LC |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Corvidae</b>        |      |       |
| 45                   | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara Yucateca         | R    | e LC  |
| 46                   | <i>Cyanocorax morio</i>          | Chara pea              | R    | LC    |
| 47                   | <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde            | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Hirundinidae</b>    |      |       |
| 48                   | <i>Petrochelidon fulva</i>       | Golondrina Pueblera    | R,MV | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Troglodytidae</b>   |      |       |
| 49                   | <i>Thryothorus ludovicianus</i>  | Saltapared de Carolina | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Poliophtidae</b>    |      |       |
| 50                   | <i>Poliophtila caerulea</i>      | Perlita Azulgris       | MI,R | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Turdidae</b>        |      |       |
| 51                   | <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo Café             | R    | LC    |
| <b>Passeriformes</b> |                                  | <b>Mimidae</b>         |      |       |
| 52                   | <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle Tropical    | R    | LC    |





| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Parulidae</b>            |           |      |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------|------|
| <b>53</b>            | <i>Seiurus aurocapilla</i>     | Chipe Suelero               | MI        | LC   |
| <b>54</b>            | <i>Setophaga citrina</i>       | Chipe encapuchado           | MI        | LC   |
| <b>55</b>            | <i>Setophaga petechia</i>      | Chipe Amarillo              | MI,MV,T,R | LC   |
| <b>56</b>            | <i>Setophaga virens</i>        | Chipe Dorso Verde           | MI        | LC   |
| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Thraupidae</b>           |           |      |
| <b>57</b>            | <i>Saltator coerulescens</i>   | Saltador Gris               | R         | LC   |
| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Emberizidae</b>          |           |      |
| <b>58</b>            | <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador Oliváceo           | R         | LC   |
| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Cardinalidae</b>         |           |      |
| <b>59</b>            | <i>Piranga roseogularis</i>    | Piranga Yucateca            | R         | e LC |
| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Icteridae</b>            |           |      |
| <b>60</b>            | <i>Dives dives</i>             | Tordo Cantor                | R         | LC   |
| <b>61</b>            | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate Mayor                | R         | LC   |
| <b>62</b>            | <i>Icterus auratus</i>         | Calandria Dorso Naranja     | R         | e LC |
| <b>63</b>            | <i>Icterus gularis</i>         | Calandria Dorso Negro Mayor | R         | LC   |
| <b>Passeriformes</b> |                                | <b>Fringillidae</b>         |           |      |
| <b>64</b>            | <i>Euphonia affinis</i>        | Eufonia Garganta Negra      | R         | LC   |
| <b>65</b>            | <i>Euphonia hirundinacea</i>   | Eufonia Garganta Amarilla   | R         | LC   |

**NOM.** Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. **A:** Especie amenazada, **PR:** Protección especial, **e:** Endémica **Estatus.** **R:** Residente, **R/M:** Residente / Migratoria de invierno, **T:** Transitorio, **M/V:** Migratoria en verano.

### ***Mamíferos***

Los registros que se tuvieron de mamíferos en el predio se realizaron por medio de muestras indirectas e indirectas.

Derivado de los transectos establecidos dentro del área del predio, se verificó la presencia por muestras indirectas y directas la presencia de 8 especies de mamíferos pertenecientes a 5 Ordenes y 6 Familias. De las 8 especies registradas, ninguna se encuentra clasificada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.



Algunas evidencias de rastros obtenidos de las especies de mamíferos



Pelo de pecarí (*pecarí tajacu*) obtenido de un echadero de esta especie.



Cadáver de zorrillo manchado ( *Spilogale angustifrons* )

**Tabla 16.** Mamíferos registrados en el área del proyecto.

| Num | Orden /<br>Nombre<br>científico | Familia /<br>Nombre<br>español | Residencia | NOM-<br>059 | UICN |
|-----|---------------------------------|--------------------------------|------------|-------------|------|
|     | <b>Didelphimorphia</b>          | <b>Didelphidae</b>             |            |             |      |
| 1   | <i>Didelphis marsupialis</i>    | Tlacuache                      | R          |             | LC   |
|     | <b>Rodentia</b>                 | <b>Sciuridae</b>               |            |             |      |
| 2   | <i>Sciurus yucatanensis</i>     | ardilla gris                   | R          |             | LC   |
|     | <b>Rodentia</b>                 | <b>Geomyidae</b>               |            |             |      |





|                        |                                            |                    |   |    |
|------------------------|--------------------------------------------|--------------------|---|----|
| <b>3</b>               | <i>Sylvilagus floridanus</i>               | conejo             | R | LC |
| <b>4</b>               | <i>Orthogeomys hispidus yucatanensis</i>   | Tuza               | R | LC |
| <b>Carnivora</b>       |                                            | <b>Mephitidae</b>  |   |    |
| <b>5</b>               | <i>Spilogale angustifrons</i>              | zorrito manchado   | R | LC |
| <b>Cetartiodactyla</b> |                                            | <b>Cervidae</b>    |   |    |
| <b>6</b>               | <i>Odocoileus virginianus yucatanensis</i> | venado cola blanca | R | LC |
| <b>7</b>               | <i>Mazama pandora</i>                      | venado             | R | LC |
| <b>Artiodactyla</b>    |                                            | <b>Tayassuidae</b> |   |    |
| <b>8</b>               | <i>Pecari tajacu</i>                       | pecari de collar   | R | LC |

## Conclusiones

De acuerdo a la fauna registrada en el área del proyecto y con respecto a lo reportada en el estado de Yucatán tenemos el 29.41% de la fauna registrada en el predio en comparación con la reportada para el estado de Yucatán. El bajo porcentaje de especies registradas en el predio no son irrevocables ya que la fauna registrada fue la que se registró mediante los puntos y transectos de muestro lo cual no implica que no se encuentren otras especies de fauna dentro del área del proyecto.

### IV.2.3 Paisaje

El paisaje que se aprecia del área del proyecto establece que el predio presenta vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia, con áreas con milpas y apíarios. se ubica en el área denominada planicies estructurales con alternancia de lomeríos que comprende la parte norte de Yucatán, desde la sierrita de Ticul hasta el Golfo de México, se extiende con una pendiente suave de Norte a Sur, elevándose sólo unos cuantos metros del nivel del mar.

### IV.2.4 Medio socioeconómico



**a) Demografía**

En el ultimo conteo de poblacion y vivienda realizado en el año 2010, se generó informacion socioeconomica, que a continuación se presenta. El municipio de Tekax se localiza entre los paralelos 19° 32" y 20° 19" de latitud norte y los meridianos 89° 09" y 89° 39" de longitud oeste. Limita al norte con Teabo, al sur con el estado de Campeche y Quintana Roo, al este con Tzucacab - Tixméhuac y al oeste con Akil - Oxkutzcab. La cabecera del municipio es Tekax de álvaro Obregón. Además de la cabecera, dentro de la jurisdicción municipal quedan comprendidas las siguientes localidades: Becanchén, Kancab, Kinil, Pencuyut, Ticum, Xaya, Chacmultún, Flor de Pozo, Manuel Cepeda Peraza, Jesús, Candelaria Nohalal, Nueva Santa Cruz, Nuevo Mundo, Canek, San Alonso, San Antonio Knuc, San diego Buenavista, San Diego Tekax, San Diego I, San Diego II, San Esteban, San Felipe I, San Felipe II, San Francisco, San Gaspar, San Isidro, Mac-Yan, San José, San Juan, San Norberto, Santa Cruz, Santa Rosa, Tixcuytún, Tzakeljalun, Xkiridz, Xpakan, Kiu Xtoquil, Kantemó, Alfonso Caso, Huntochác y Benito Juárez.

72

**Extensión**

El municipio de Tekax ocupa una superficie de 3,819.61 Km<sup>2</sup>.

**Demografía**

La población total del municipio es de 40547 habitantes. (La información es censal y está referida al 12 de junio de 2010. Incluye a la población estimada, la cual corresponde a las viviendas sin información de ocupantes).

| <b>Población</b>                                              | <b>Tekax</b> | <b>Yucatán</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| <b>Población total, 2010</b>                                  | 40547        | 1,955,577      |
| <b>Población total hombres, 2010</b>                          | 19975        | 963,333        |
| <b>Población total mujeres, 2010</b>                          | 20572        | 992,244        |
| <b>Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010</b>          | 28.8         | 27.6           |
| <b>Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010</b>  | 28.9         | 27.8           |
| <b>Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010</b>  | 28.7         | 27.3           |
| <b>Porcentaje de población de 60 y más años, 2010</b>         | 9.2          | 10.1           |
| <b>Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010</b> | 9.8          | 9.9            |
| <b>Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010</b> | 8.6          | 10.3           |



|                                       |             |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| <b>Relación hombres-mujeres, 2010</b> | <b>97.1</b> | <b>97.1</b> |
|---------------------------------------|-------------|-------------|

La población total del municipio en 2010 fue de 40,547 personas, lo cual representó el 2.1% de la población en el estado. En el mismo año había en el municipio 9,603 hogares (1.9% del total de hogares en la entidad), de los cuales 1,851 estaban encabezados por jefas de familia (1.6% del total de la entidad). El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.2 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.9 integrantes.

#### b) Factores socioculturales

##### **Escolaridad**

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6.7, frente al grado promedio de escolaridad de 8.2 en la entidad. En 2010, el municipio contaba con 39 escuelas preescolares (3.1% del total estatal), 50 primarias (3.6% del total) y 18 secundarias (3.2%). Además, el municipio contaba con cuatro bachilleratos (1.7%) y cinco escuelas de formación para el trabajo (2.8%). El municipio también contaba con 12 primarias indígenas (6.9%).

##### **Clínicas**

Las unidades médicas en el municipio eran 12 (2.9% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de 49 personas (1.2% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 4.1, frente a la razón de 10.4 en todo el estado.

##### **Indicadores sociales**

En 2010, 23,632 individuos (68.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 15,491 (45.1%) presentaban pobreza moderada y 8,141 (23.7%) estaban en pobreza extrema.



En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 33.2% de la población, lo que significa que 11,399 individuos presentaron esta carencia social.

En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 12.5%, equivalente a 4,281 personas.

La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 77.4% de la población, es decir 26,608 personas se encontraban bajo esta condición.

El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 35% (12,012 personas).

El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 64.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 22,123 personas.

La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 20.1%, es decir una población de 6,892 personas.

74

## **Economía**

### **Actividades primarias**

A continuación se presentan los datos registrados por el INEGI en el año 2010, sobre las actividades primarias en el municipio de Tekax, Yucatán.

| Actividades primarias                                    | Tekax | Yucatán |
|----------------------------------------------------------|-------|---------|
| Superficie sembrada total (Hectáreas), 2009              | 25935 | 780,170 |
| Superficie sembrada de alfalfa verde (Hectáreas), 2009   | 0     | 0       |
| Superficie sembrada de avena forrajera (Hectáreas), 2009 | 0     | 0       |
| Superficie sembrada de chile verde (Hectáreas), 2009     | 26    | 760     |



|                                                                                       |       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| Superficie sembrada de frijol (Hectáreas), 2009                                       | 18    | 341       |
| Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas), 2009                                   | 9727  | 152,850   |
| Superficie sembrada de pastos (Hectáreas), 2009                                       | 10593 | 577,529   |
| Superficie sembrada de sorgo grano (Hectáreas), 2009                                  | 810   | 860       |
| Superficie sembrada de tomate rojo (jitomate) (Hectáreas), 2009                       | 0     | 188       |
| Superficie sembrada de tomate verde (Hectáreas), 2009                                 | 0     | 7         |
| Superficie sembrada de trigo grano (Hectáreas), 2009                                  | 0     | 0         |
| Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009                | 4761  | 47,635    |
| Superficie cosechada total (Hectáreas), 2009                                          | 16723 | 701,229   |
| Superficie cosechada de alfalfa verde (Hectáreas), 2009                               | 0     | 0         |
| Superficie cosechada de avena forrajera (Hectáreas), 2009                             | 0     | 0         |
| Superficie cosechada de chile verde (Hectáreas), 2009                                 | 26    | 686       |
| Superficie cosechada de frijol (Hectáreas), 2009                                      | 18    | 341       |
| Superficie cosechada de pastos (Hectáreas), 2009                                      | 9535  | 569,768   |
| Superficie cosechada de sorgo grano (Hectáreas), 2009                                 | 689   | 739       |
| Superficie cosechada de tomate rojo (jitomate) (Hectáreas), 2009                      | 0     | 172       |
| Superficie cosechada de tomate verde (Hectáreas), 2009                                | 0     | 7         |
| Superficie cosechada de trigo grano (Hectáreas), 2009                                 | 0     | 0         |
| Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009               | 4154  | 38,519    |
| Volumen de la producción de alfalfa verde (Toneladas), 2009                           | 0     | 0         |
| Volumen de la producción de avena forrajera (Toneladas), 2009                         | 0     | 0         |
| Volumen de la producción de chile verde (Toneladas), 2009                             | 308   | 4,377     |
| Volumen de la producción de frijol (Toneladas), 2009                                  | 15    | 107       |
| Volumen de la producción de pastos (Toneladas), 2009                                  | 77900 | 4,648,424 |
| Volumen de la producción de sorgo grano (Toneladas), 2009                             | 1206  | 1,326     |
| Volumen de la producción de tomate rojo (jitomate) (Toneladas), 2009                  | 0     | 2,546     |
| Volumen de la producción de tomate verde (Toneladas), 2009                            | 0     | 65        |
| Volumen de la producción de trigo grano (Toneladas), 2009                             | 0     | 0         |
| Superficie sembrada de temporal (Hectáreas), 2009                                     | 23636 | 731,259   |
| Superficie mecanizada (Hectáreas), 2009                                               | 8192  | 15,895    |
| Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas), 2009                 | 32    | 853       |
| Volumen de la producción de carne en canal de caprino (Toneladas), 2009               | 0     | 0         |
| Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas), 2009           | 35    | 117,378   |
| Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas), 2009            | 32    | 5,520     |
| Volumen de la producción de leche de bovino (Miles de litros), 2009                   | 0     | 4,366     |
| Volumen de la producción de leche de caprino (Miles de litros), 2009                  | 0     | 0         |
| Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas), 2009                        | 79    | 68,245    |
| Volumen de la producción de miel (Toneladas), 2009                                    | 1005  | 8,373     |
| Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas), 2009                           | 21    | 129       |
| Volumen de la producción forestal maderable de coníferas (Metros cúbicos rollo), 2009 | 0     | 0         |
| Superficie sembrada de riego (Hectáreas), 2009                                        | 2299  | 48,911    |



### **Actividades secundarias**

A continuación, se presentan los datos registrados por el INEGI en el año 2010, sobre las actividades secundarias en el municipio de Tekax, Yucatán.

| Actividades secundarias                                                       | Tekax | Yucatán   |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| Usuarios de energía eléctrica, 2009                                           | 10825 | 628,363   |
| Volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora), 2009             | 30358 | 2,939,549 |
| Valor de las ventas de energía eléctrica (Miles de pesos), 2009               | 37998 | 3,849,885 |
| Inversión pública ejercida en obras de electrificación (Miles de pesos), 2009 | 3102  | 85,613    |

### **Actividades terciarias**

A continuación, se presentan los datos registrados por el INEGI en el año 2010, sobre las actividades terciarias en el municipio de Tekax, Yucatán.

76

| Actividades terciarias                       | Tekax         | Yucatán       |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|
| Tianguis, 2009                               | No disponible | No disponible |
| Mercados públicos, 2009                      | No disponible | No disponible |
| Centrales de abasto, 2009                    | No disponible | No disponible |
| Aeropuertos, 2009                            | 0             | 2             |
| Oficinas postales, 2009                      | 19            | 729           |
| Automóviles registrados en circulación, 2010 | 2531          | 323,247       |

### **IV.2.5 Diagnóstico ambiental**

| Concepto     | Área de Estudio                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clima</b> | el proyecto y área de estudio se ubica en el área donde se distribuye el tipo de clima |



|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Aw0 que se define como: Cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, así como alto porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máximo térmico antes del solsticio de verano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Geomorfología</b> | El proyecto y área de estudio se ubica en el área denominada planicies estructurales con alternancia de lomeríos que comprende la parte norte de Yucatán, desde la sierrita de Ticul hasta el Golfo de México, se extiende con una pendiente suave de Norte a Sur, elevándose sólo unos cuantos metros del nivel del mar. En la península se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua, en general hacia el norte, lo que explica la carencia de ríos. Pozos naturales de disolución, los cenotes son comunes y abren a la red de drenaje subterráneo, abundan también las grutas. |
| <b>Hidrología</b>    | Como se observa en figura anterior, el proyecto y área de estudio se ubica en el área denominada planicie interior. Se extiende hacia la porción central del estado y al norte del Cordón Puuc, presenta geoformas que van de oquedades de disolución a dolinas y cenotes, con desarrollo cárstico maduro y                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |



|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | juvenil; colinda al norte con el semicírculo de cenotes y la región costera y al sur con la zona de cerros y valles, tiene un área que equivale a 52.30% del total estatal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Suelos</b>     | El área del proyecto y área de estudio se puede observar, según datos del INEGI, la presencia de un tipo de suelo: Luvisol crómico, es un tipo de suelo que suele desarrollarse en zonas llanas, o con suave pendiente, de climas en los que existen una estación seca y otra húmeda bien diferenciadas. Frecuentemente, se produce una acumulación de arcillas y un enrojecimiento, que es consecuencia de la acumulación de óxidos de hierro.                                                                         |
| <b>Vegetación</b> | La zona donde se ubica el proyecto presenta una vegetación secundaria derivada de la selva mediana subcaducifolia. Esta comunidad se encuentra principalmente en Yucatán como una franja ancha en la parte central del estado que se continúa hasta el norte de Campeche, volviéndose angosta hacia el sur y finalmente en Quintana Roo sólo ocupa una pequeñísima porción en el límite norte con Yucatán. Su extensión total es de 29, 309 km <sup>2</sup> . Se distribuye en climas cálidos subhúmedos con lluvias en |





|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <p>verano, la precipitación pluvial anual oscila entre 1,078 y 1,229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Fauna</b> | <p>Durante los muestreos intensivo y exhaustivo realizados para los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos se logró verificar la presencia de 80 especies de fauna, siendo el grupo de aves el más representado con 65 especies y el grupo de anfibios que fue nulo con 0 especies registradas. De las especies registradas en el área del predio se encontró 5 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo a la fauna registrada en el área del proyecto y con respecto a lo reportada en el estado de Yucatán tenemos el 29.41% de la fauna registrada en el predio en comparación con la reportada para el estado de Yucatán. El bajo porcentaje de especies registradas en el predio no son irrevocables ya que la fauna registrada fue la que se registró mediante los puntos y transectos de muestro lo cual no implica que no se encuentren otras especies de fauna dentro del área del proyecto.</p> |





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

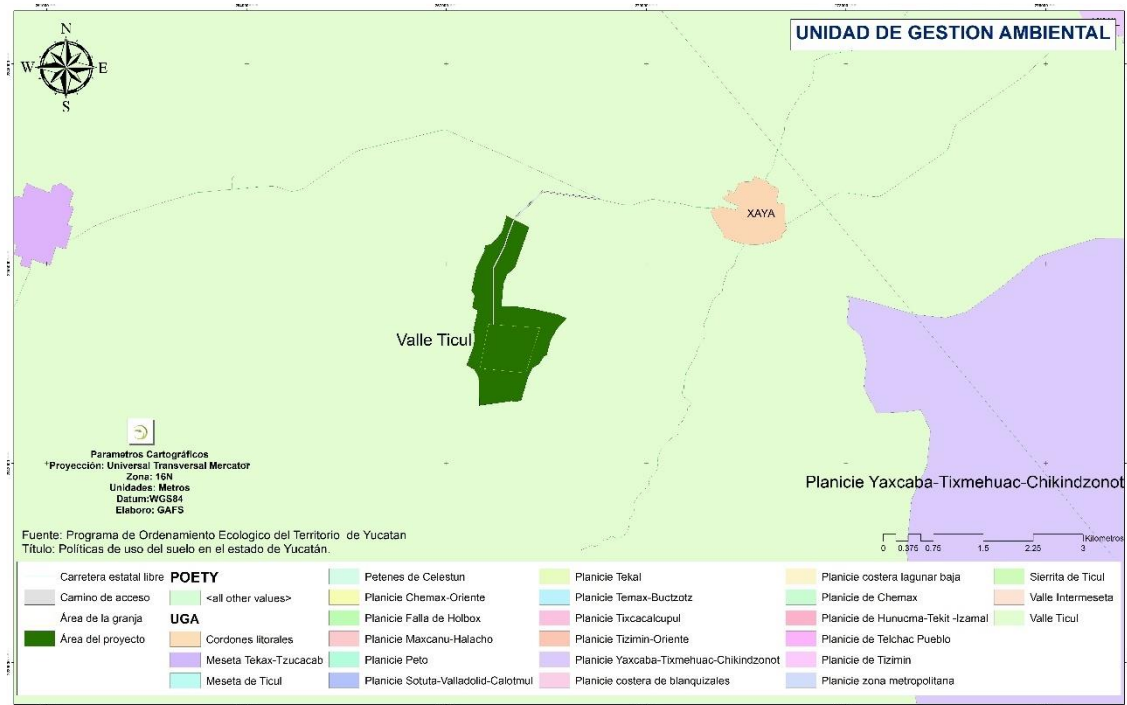
El proyecto contempla la construcción de una granja porcícola, este complejo contará con 10 naves para albergar las marranas, dos incineradores para la mortalidad, con un PIT seco que será utilizado en caso de emergencia, 2 cárcamos de bombeo para captación de aguas residuales provenientes de las granjas, para enviarlos al sistema de tratamiento (biodigestores y laguna), silos de alimentos, cuatro tanques de gas L.P. de 5,000lt, para alimentar Criadoras tipo SpaceRay y los dos incineradores. También se considera un edificio con oficinas y área de servicios sanitarios para el personal. En el perímetro de la granja se consideran rampas de entrada y salida de animales, de tal manera de evitar el acceso de vehículos al interior de la misma. Esta granja tendrá capacidad para albergar 32,640 animales.

Las obras permanentes, una vez completada la totalidad de proyecto, será de 29.04 hectáreas, que incluye la granja, caminos interiores, sistema de tratamiento de aguas residuales, línea de electrificación, área de control de acceso y arco sanitario. La superficie restante no será intervenida con infraestructura permanente por el proyecto propuesto.

El proyecto se ubica en la unidad de gestión ambiental del POETY<sup>1</sup> denominada “Valle de Ticul”, esta unidad de gestión se describe como un valle tectónico-acumulativo (10-50 m altitud) y de control estructural, con ligera inclinación (0-0.5 grados) con suelos profundos en superficies planas de tipo luvisol, cambisol y rendzina en las colinas, con plantaciones de cítricos, pastos, cultivos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria. Los usos de suelo incompatibles para esta unidad de gestión son: Industria pesada y extracción de materiales pétreos. Por lo que se puede asumir que la actividad del proyecto (porcicultura) si es compatible, aunque de manera condicionada.

---

<sup>1</sup> Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán



**Figura 1.** Ubicación del proyecto en la unidad de gestión ambiental Valle de Ticul.

La zona donde se ubica el proyecto presenta una vegetación secundaria derivada de la selva mediana subcaducifolia. Esta comunidad se encuentra principalmente en Yucatán como una franja ancha en la parte central del estado que se continúa hasta el norte de Campeche, volviéndose angosta hacia el sur y finalmente en Quintana Roo sólo ocupa una pequeñísima porción en el límite norte con Yucatán. Su extensión total es de 29, 309 km<sup>2</sup>. Se distribuye en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, la precipitación pluvial anual oscila entre 1,078 y 1,229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C.

En el área donde se construirá el proyecto se registraron especies vegetales de amplia distribución en la Península de Yucatán, de las cuales catorce especies están catalogadas como endémicas y una como especie protegida. En el caso de fauna, las especies registradas son de amplia distribución en el estado de Yucatán, se registraron cuatro especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



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

Para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (2013)<sup>2</sup>, que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

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

**3**

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes

---

<sup>2</sup> CONESA FERNANDEZ, V., V. ROS GARRO, V. CONESA RIPOLI y L. A. CONESA RIPOLI, 2013. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi Prensa Ed. 276 pp.



- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

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

**4**

**Calidad del aire:** Emisiones a la atmosfera.

**Ruidos y vibraciones:** Generación de ruido

**Hidrología superficial y/o subterránea:** Contaminación al acuífero.

**Suelo:** Contaminación del suelo. Pérdida de suelo

**Vegetación terrestre:** Disminución de la cobertura vegetal.

**Fauna:** Afectación a la fauna.

**Economía:** Generación de empleos y Derrama económica.

Los impactos ambientales potenciales identificados por el cambio de uso de suelo en el área del proyecto se muestran en la tabla siguiente.



**Tabla 1.** Impactos ambientales potenciales del proyecto.

| No. | Impacto ambiental potencial         | Naturaleza | Etapas del proyecto |
|-----|-------------------------------------|------------|---------------------|
| 1   | Emisiones a la atmosfera            | Negativa   | PS, C, O            |
| 2   | Generación de ruido                 | Negativa   | PS, C, O            |
| 3   | Contaminación al acuífero           | Negativa   | PS, C, O            |
| 4   | Contaminación del suelo             | Negativa   | PS, C, O            |
| 5   | Residuos sólidos urbanos            | Negativa   | PS, C, O            |
| 6   | Residuos peligrosos                 | Negativa   | PS, C, O            |
| 7   | Residuos de manejo especial         | Negativa   | PS, C, O            |
| 8   | Residuos biológicos infecciosos     | Negativa   | O                   |
| 9   | Perdida de suelo                    | Negativa   | PS, C, O            |
| 10  | Disminución de la cobertura vegetal | Negativa   | PS, C, O            |
| 11  | Afectación a la fauna               | Negativa   | PS, C, O            |
| 12  | Generación de empleos               | Positiva   | PS, C, O            |
| 13  | Derrama económica                   | Positiva   | PS, C, O            |

**Simbología:** Preparación del sitio (PS), Construcción (C) y Operación(O).

### **Calidad del aire**

La relación de indicadores, desglosada de este componente puede ser distinto según se trate de actividades preoperativas, de construcción u operativas. Durante la construcción el indicador que se puede utilizar es el número de fuentes móviles en una superficie determinada y/o capacidad de disponer de sus emisiones.

### **Ruidos y vibraciones.**

Un posible indicador de impacto de este componente podría ser la dimensión de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-ECOL-1994. Este indicador es conveniente que se contemple con otros indicadores relacionados con el efecto de estos niveles de ruido y/o de vibraciones sobre la fauna.

**Geología y geomorfología:**

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

**Hidrología superficial y/o subterránea:**

Se pueden citar los siguientes: número de cauces interceptados diferenciando si es el tramo alto, medio o bajo del cauce. Superficie afectada por la infraestructura en las zonas de recarga de acuíferos. Alteración potencial del acuífero derivada de la operación del proyecto. Caudales afectados por cambios en la calidad de las aguas.

**Suelo:**

Los indicadores de impacto sobre el suelo deben estar ligados más a su calidad que al volumen que será removido, por lo que un indicador posible sería la superficie de suelo de distintas calidades que se verá afectado, otro indicador puede ser el riesgo de erosión, etc.

**Vegetación terrestre**

Los indicadores de impactos para la vegetación pueden ser muy variados y entre ellos cabe citar: Superficie de las distintas formaciones vegetales afectadas por las distintas obras y valoración de su importancia en función de diferentes escalas espaciales. Número de especies protegidas o endémicas afectadas. Superficie de las distintas formaciones afectadas por un aumento del riesgo de incendios. Superficie de las distintas formaciones especialmente sensibles a peligros de contaminación atmosférica o hídrica.

**Fauna:**

Los indicadores pueden ser parecidos a los de vegetación, aunque debido a su movilidad, debe considerarse también el efecto barrero de la infraestructura o de las vías de comunicación internas del proyecto (en su caso). Por lo anterior, los indicadores pueden





ser: superficie de ocupación o de presencia potencial de las distintas comunidades faunísticas directamente afectadas y valoración de su importancia. Poblaciones de especies endémicas protegidas o de interés afectadas. Número e importancia de lugares especialmente sensibles, como pueden ser zonas de reproducción, alimentación, etc., y especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgos de atropellamiento.

**Paisaje:**

Posibles indicadores de este elemento serían los siguientes: número de puntos de especial interés paisajístico afectados. Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas, superficie afectada. Volumen del movimiento de tierras previsto. Superficie intersectada y valoración de las diferentes unidades paisajísticas intersectadas por las obras o la explotación de bancos de préstamo.

**Demografía:**

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

**Factores socioculturales:**

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

**Sector primario:**

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

**Sector secundario:**

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

8

**V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación****V.1.3.1 Criterios**

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos (Conesa, 2013), sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando el porqué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.



La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde: I = Importancia del impacto

$\pm$  = Signo

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia



RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 2.** Importancia del Impacto.

| Naturaleza                 |      | Momento (MO)               |      |
|----------------------------|------|----------------------------|------|
| <b>Impacto beneficioso</b> | +    | Largo plazo                | 1    |
| <b>Impacto perjudicial</b> | -    | Medio plazo                | 2    |
| Intensidad (IN)            |      | Inmediato                  | 4    |
| <b>Baja</b>                | 1    | Critico                    | (+4) |
| <b>Media</b>               | 2    | <b>Persistencia (PE)</b>   |      |
| <b>Alta</b>                | 4    | Fugaz                      | 1    |
| <b>Muy alta</b>            | 8    | Temporal                   | 2    |
| <b>Total</b>               | 12   | Permanente                 | 4    |
| Extensión (EX)             |      | <b>Reversibilidad (RV)</b> |      |
| <b>Puntual</b>             | 1    | Corto plazo                | 1    |
| <b>Parcial</b>             | 2    | Medio plazo                | 2    |
| <b>Extenso</b>             | 4    | Largo                      | 4    |
| <b>Total</b>               | 8    | Irreversible               | 8    |
| <b>Critica</b>             | (+4) |                            |      |
| Acumulación (AC)           |      | Sin sinergismo             | 1    |
| <b>Simple</b>              | 1    | Sinérgico                  | 2    |
| <b>Acumulativo</b>         | 4    | Muy sinérgico              | 4    |



|                            |   |                                                               |   |
|----------------------------|---|---------------------------------------------------------------|---|
|                            |   |                                                               |   |
| <b>Indirecto</b>           | 1 | Irregular y discontinuo                                       | 1 |
| <b>Directo</b>             | 4 | Periódico                                                     | 4 |
| Recuperabilidad (MC)       |   | Permanente                                                    | 8 |
| <b>De manera inmediata</b> | 1 | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |   |
| <b>A mediano plazo</b>     | 2 |                                                               |   |
| <b>Mitigable</b>           | 4 |                                                               |   |
| <b>Irrecuperable</b>       |   |                                                               |   |

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

*Signo.* El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

*Intensidad.* Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

*Extensión.* Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el



caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

*Momento.* El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, se considera de corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, se considera de medio plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, se considera de largo plazo.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

*Persistencia.* Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

*Reversibilidad.* Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2, Largo plazo 4 y si el efecto es irreversible 4.

*Recuperabilidad.* Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata



o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irre recuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irre recuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

*Sinergia.* Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

*Acumulación.* Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

*Efecto.* Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

*Periodicidad.* Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1, permanente 8.



### **V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada**

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia  $I_i$  de los efectos que cada acción  $A_i$  de la actividad produce sobre cada factor del medio  $F_j$ .

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas ( $IR_i$ ), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas ( $IR_j$ ), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.





Este tipo de efectos (IRPj), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

### **Valoración absoluta**

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (Ii), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (Ij), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (IPj), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (Ij), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.



No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

### **Análisis del modelo**

Siguiendo con Conesa Fernández (2013), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total  $I_i$ , de los efectos debidos a cada acción  $i$

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_i$ , de los mismos

$$IR_i = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total  $I_j$ , de los efectos causados a cada factor  $j$

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_j$ , de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i$$

La importancia total  $I$ , de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_i I_j = \sum_i I'_i + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada  $IR$ , de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I'R_i + IPR = I'R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental



estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

**Tabla 3.** Matriz de Importancia

| Factores       | UIP            | Situación 1 |                |                 |                |                 |                |                 |                | Situación 2 |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
|----------------|----------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------|------------------|--|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------------------|-----------------|-------------------|---|
|                |                | Acciones    |                |                 |                |                 |                | n + 1           |                | Acciones    |                  |  |                  |                 |                  | n + 1           |                  | n + 2                                  |                 | n + 3             |   |
|                |                |             |                |                 |                |                 |                | Total           |                |             |                  |  |                  |                 |                  | Total           |                  | Total efectos permanentes de la Sit. 1 |                 | Importancia total |   |
|                |                | 1           | 2              |                 | i              |                 | n              | 1               | 2              | 1           | 2                |  | i                |                 | n                | 1               | 2                | 1                                      | 2               | 1                 | 2 |
| A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> |             | A <sub>i</sub> |                 | A <sub>n</sub> | Ab.             | Rel.           | A <sub>1</sub>  | A <sub>2</sub> |             | A <sub>i</sub>   |  | A <sub>n</sub>   | Ab.             | Rel.             | Ab.             | Rel.             | Ab.                                    | Rel.            |                   |   |
| F <sub>1</sub> | P <sub>1</sub> |             |                |                 |                |                 |                |                 |                |             |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
| F <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> |             |                |                 |                |                 |                |                 |                |             |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
|                |                |             |                |                 |                |                 |                |                 |                |             |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
| F <sub>j</sub> | P <sub>j</sub> |             |                | I <sub>ij</sub> |                | I <sub>nj</sub> | I <sub>j</sub> | I <sub>Rj</sub> |                |             | I' <sub>ij</sub> |  | I' <sub>nj</sub> | I' <sub>j</sub> | I' <sub>Rj</sub> | I <sub>Pj</sub> | I <sub>RPj</sub> | I <sub>j</sub>                         | I <sub>Rj</sub> |                   |   |
|                |                |             |                |                 |                |                 |                |                 |                |             |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
| F <sub>m</sub> | P <sub>m</sub> |             |                |                 |                |                 |                |                 |                |             |                  |  |                  |                 |                  |                 |                  |                                        |                 |                   |   |
| Total          | Absoluto       |             |                | I <sub>i</sub>  |                | I               | -              |                 |                |             | I' <sub>i</sub>  |  |                  | -               | I'               | -               | I                | -                                      |                 |                   |   |
|                | Relativo       |             |                | I <sub>RI</sub> |                | -               | I <sub>R</sub> |                 |                |             | I' <sub>RI</sub> |  | -                |                 | -                | I' <sub>R</sub> | -                | I <sub>R</sub>                         |                 |                   |   |

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa (2013), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores o iguales a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Con base a la metodología propuesta por Conesa Fernández (2013), se califican el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales por la modificación de uso de suelo.



**Tabla 4.** Matriz de Valoración de Impactos durante la preparación del sitio del proyecto.

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |      | Impactos Ambientales esperados durante la preparación del sitio del proyecto |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|-----------------------|-------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
|                       |                                     |      | Emisiones a la atmosfera                                                     | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Perdida de suelo | Disminución de la cobertura vegetal | Afectación a la fauna | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1    |                                                                              |                     | 1                         | 1                       |                  |                                     | 1                     |                       |                   | 1                | 1                   |                             |
|                       | Media                               | 2    | 2                                                                            | 2                   |                           |                         | 2                | 2                                   |                       | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Alta                                | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Muy alta                            | 8    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 12   |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1    | 1                                                                            | 1                   | 1                         | 1                       | 1                | 1                                   | 1                     |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Parcial                             | 2    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Extenso                             | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 8    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Critica                             | (+4) |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Momento (MO)          | Largo plazo                         | 1    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Inmediato                           | 4    | 4                                                                            | 4                   | 4                         | 4                       | 4                | 4                                   | 4                     | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |
|                       | Critico                             | (+4) |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Persistencia (PE)     | Fugaz                               | 1    | 1                                                                            | 1                   | 1                         |                         |                  | 1                                   | 1                     |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Temporal                            | 2    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Permanente                          | 4    |                                                                              |                     |                           | 4                       | 4                |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Reversibilidad (RV)   | Corto plazo                         | 1    | 1                                                                            | 1                   | 1                         | 1                       |                  |                                     | 1                     | 1                     | 1                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                              |                     |                           |                         | 2                | 2                                   |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Irreversible                        | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Sinergia (SI)         | Sin sinergismo                      | 1    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Sinérgico                           | 2    | 2                                                                            | 2                   | 2                         | 2                       | 2                | 2                                   | 2                     | 2                     | 2                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Muy sinérgico                       | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Simple                              | 1    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |



|                      |                                                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Acumulación (AC)     | Acumulativo                                                   | 4 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Efecto (EF)          | Indirecto                                                     | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Directo                                                       | 4 |    |    |    |    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Recuperabilidad (MC) | De manera inmediata                                           | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1  |
|                      | A mediano plazo                                               | 2 |    |    |    |    | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |    |    |    |
|                      | Mitigable                                                     | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Irrecuperable                                                 | 8 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Periodicidad (PR)    | Irregular y discontinuo                                       | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Periódico                                                     | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Naturaleza           | Impacto beneficioso                                           | + |    |    |    |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |
|                      | Impacto perjudicial                                           | - | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  |
| Importancia (I)      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |   | 23 | 23 | 17 | 20 | 31 | 28 | 21 | 30 | 30 | 17 | 17 | 17 |
|                      | Ambiental crítico (> 75)                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Característica       | Ambiental Severo (51-75)                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Ambiental Moderado (25-50)                                    |   |    |    |    |    | ●  | ●  | ●  |    | ●  |    |    |    |
|                      | Ambiental Compatible (<25)                                    |   | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    |    | ●  |    | ●  | ●  | ●  |

Durante la preparación del sitio se observarán doce impactos de los cuales diez serán negativos y dos positivos, siendo estos últimos la generación de empleos y derrama económica que redundarán en el mejoramiento de la economía de las localidades cercanas al proyecto.

De los impactos negativos cuatro se clasificaron como ambientalmente moderados y ocho son clasificados como ambientalmente compatibles. Como parte del proyecto se aplicarán medidas de prevención y protección ambiental que minimizarán los impactos antes mencionados, el proyecto contará con una supervisión ambiental que vigilará el cumplimiento de las condicionantes durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.



**Tabla 5.** Matriz de Valoración de Impactos durante la construcción del proyecto.

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |      | Impactos Ambientales esperados durante la construcción del proyecto |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|-----------------------|-------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
|                       |                                     |      | Emisiones a la atmósfera                                            | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Media                               | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Alta                                | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Muy alta                            | 8    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 12   |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Parcial                             | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Extenso                             | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 8    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Critica                             | (+4) |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Momento (MO)          | Largo plazo                         | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Inmediato                           | 4    | 4                                                                   | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |
|                       | Critico                             | (+4) |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Persistencia (PE)     | Fugaz                               | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Temporal                            | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Permanente                          | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Reversibilidad (RV)   | Corto plazo                         | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       | 1                     | 1                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Irreversible                        | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Sinergia (SI)         | Sin sinergismo                      | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Sinérgico                           | 2    | 2                                                                   | 2                   | 2                         | 2                       | 2                     | 2                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Muy sinérgico                       | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       |                                     |      |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Acumulación (AC)      | Simple                              | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Acumulativo                         | 4    | 4                                                                   | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |
| Efecto (EF)           | Indirecto                           | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Directo                             | 4    |                                                                     |                     |                           |                         | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |



|                             |                                                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>Recuperabilidad (MC)</b> | <b>De manera inmediata</b>                                    | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  |
|                             | <b>A mediano plazo</b>                                        | 2 |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    |    |
|                             | <b>Mitigable</b>                                              | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                             | <b>Irrecuperable</b>                                          | 8 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Periodicidad (PR)</b>    | <b>Irregular y discontinuo</b>                                | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                             | <b>Periódico</b>                                              | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Naturaleza</b>           | <b>Impacto beneficioso</b>                                    | + |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |
|                             | <b>Impacto perjudicial</b>                                    | - | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  |
| <b>Importancia (I)</b>      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |   | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 17 | 17 | 17 |
|                             | <b>Ambiental crítico (&gt; 75)</b>                            |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Característica</b>       | <b>Ambiental Severo (51-75)</b>                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                             | <b>Ambiental Moderado (25-50)</b>                             |   |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |
|                             | <b>Ambiental Compatible (&lt;25)</b>                          |   | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  |

Durante la construcción del proyecto se observarán nueve impactos de los cuales siete serán negativos y dos positivos, siendo estos últimos la generación de empleos y derrama económica que redundarán en el mejoramiento de la economía de las localidades cercanas al proyecto. De los impactos negativos siete se clasificaron como ambientalmente compatibles. Como parte del proyecto se aplicarán medidas de prevención y protección ambiental que minimizarán los impactos antes mencionados, el proyecto contará con una supervisión ambiental que vigilará el cumplimiento de las condicionantes durante la etapa constructiva del proyecto.



**Tabla 6.** Matriz de Valoración de Impactos durante la operación del proyecto.

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos | Impactos Ambientales esperados durante la operación del proyecto |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---|---------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|
|                       |                                     | Emisiones a la atmósfera                                         |   | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial | Residuos biológicos infecciosos. |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1                                                                | 1 | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |                                  |
|                       | Media                               | 2                                                                |   |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             | 2                                |
|                       | Alta                                | 4                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Muy alta                            | 8                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Total                               | 12                                                               |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1                                                                | 1 | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           | 1                                |
|                       | Parcial                             | 2                                                                |   |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Extenso                             | 4                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Total                               | 8                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Critica                             | (+4)                                                             |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
| Momento (MO)          | Largo plazo                         | 1                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Medio plazo                         | 2                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Inmediato                           | 4                                                                | 4 | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           | 4                                |
|                       | Critico                             | (+4)                                                             |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
| Persistencia (PE)     | Fugaz                               | 1                                                                | 1 | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           | 1                                |
|                       | Temporal                            | 2                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Permanente                          | 4                                                                |   |                     |                           |                         | 4                     | 4                 |                  |                     |                             |                                  |
| Reversibilidad (RV)   | Corto plazo                         | 1                                                                | 1 | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           | 1                                |
|                       | Medio plazo                         | 2                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Irreversible                        | 4                                                                |   |                     |                           |                         | 4                     | 4                 |                  |                     |                             |                                  |
| Sinergia (SI)         | Sin sinergismo                      | 1                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Sinérgico                           | 2                                                                | 2 | 2                   | 2                         | 2                       | 2                     | 2                 | 1                | 1                   | 1                           | 1                                |
|                       | Muy sinérgico                       | 4                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
| Acumulación (AC)      | Simple                              | 1                                                                |   |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Acumulativo                         | 4                                                                | 4 | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           | 4                                |
| Efecto (EF)           | Indirecto                           | 1                                                                | 1 | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Directo                             | 4                                                                |   |                     |                           |                         | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           | 4                                |





|                      |                                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|----------------------|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Recuperabilidad (MC) | De manera inmediata             | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1 |
|                      | A mediano plazo                 | 2  |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    |    |   |
|                      | Mitigable                       | 4  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                      | Irrecuperable                   | 8  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Periodicidad (PR)    | Irregular y discontinuo         | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1 |
|                      | Periódico                       | 4  |    |    |    |    | 4  | 4  |    |    |    |   |
| Naturaleza           | Impacto beneficioso             | +  |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |   |
|                      | Impacto perjudicial             | -  | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  | ● |
| Importancia (I)      | I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV | 17 | 17 | 17 | 17 | 32 | 32 | 17 | 17 | 17 | 18 |   |
|                      | + SI + AC + EF + PR + MC)       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                      | Ambiental crítico (> 75)        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Característica       | Ambiental Severo (51-75)        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                      | Ambiental Moderado (25-50)      |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |    |   |
|                      | Ambiental Compatible (<25)      | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  | ●  |   |

Durante la operación del proyecto se observarán diez impactos de los cuales ocho serán negativos y dos positivos, siendo estos últimos la generación de empleos y derrama económica que redundarán en el mejoramiento de la economía de las localidades cercanas al proyecto. De los impactos negativos los ocho se clasificaron como ambientalmente compatible. Como parte del proyecto se aplicarán medidas de prevención y protección ambiental que minimizarán los impactos antes mencionados. Durante la etapa de operación del proyecto el departamento ambiental del Promoviente vigilará el cumplimiento de las condicionantes durante esta etapa del proyecto.



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

El proyecto contempla la construcción de una granja porcícola, este complejo contará con 10 naves para albergar las marranas, dos incineradores para la mortalidad, con un PIT seco que será utilizado en caso de emergencia, 2 cárcamos de bombeo para captación de aguas residuales provenientes de las granjas, para enviarlos al sistema de tratamiento (biodigestores y laguna), silos de alimentos, cuatro tanques de gas L.P. de 5,000lt, para alimentar Criadoras tipo SpaceRay y los dos incineradores. También se considera un edificio con oficinas y área de servicios sanitarios para el personal. En el perímetro de la granja se consideran rampas de entrada y salida de animales, de tal manera de evitar el acceso de vehículos al interior de la misma. Las obras permanentes, una vez completada la totalidad de proyecto, será de 51 hectáreas, que incluye la granja, caminos interiores, sistema de tratamiento de aguas residuales, línea de electrificación, área de control de acceso y arco sanitario.

**1**

Para la ejecución de las diferentes actividades de realización del proyecto, se consideran las siguientes etapas:

**Etapas de Preparación del sitio (PS):** consistente en las actividades de desmonte, despalme y nivelación del terreno.

**Etapas de Construcción (CO):** Consistente en las actividades de obra civil e incorporación de infraestructura y equipo necesario para el posterior funcionamiento del proyecto.

**Etapas de Operación (OP):** Consistente en la realización de las actividades y procesos productivos para los que está destinado el proyecto.

**Etapas de Abandono (AB):** Consistente en el cese definitivo de las actividades y procesos del proyecto, en caso de no continuar su realización. Previo al abandono del proyecto, se deberán aplicar las medidas de restauración propuestas en el presente estudio.



No obstante, el proyecto no contempla el abandono del sitio. Cabe señalar que por las características productivas del proyecto y debido a que recibirá mantenimiento constante de las instalaciones, se pretende su funcionamiento por un tiempo indefinido.

Habiéndose identificado y evaluado en el Capítulo 5 los impactos que generará el proyecto de acuerdo a sus características como son su periodicidad, su intensidad, su extensión, su temporalidad, su persistencia o duración, su sinergia, su acumulación, su capacidad de recuperación y su mitigación, se espera generar impactos ambientales durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto, siendo las etapas de preparación del sitio y de construcción las que presentaran una mayor cantidad de impactos; así mismo, se identificaron impactos en la etapa de operación del proyecto. Sin embargo, en su mayoría los impactos identificados para cada etapa del proyecto son factibles de ser prevenidos, además de ser mitigables.

**2**

Con base en el análisis anterior, en el presente capítulo se abordarán las medidas de prevención y/o mitigación más convenientes y viables para atender los impactos identificados.

### **Clasificación de las medidas de prevención y mitigación de impactos**

En la elaboración de programas de prevención y mitigación de impactos ambientales, las medidas en general pueden clasificarse en 4 tipos:

- Medidas de Prevención
- Medidas de Mitigación
- Medidas de Restauración
- Medidas de Compensación



**Medidas de prevención.** Aquellas medidas que están orientadas a anticiparse a la ocurrencia de un evento que tiene la probabilidad de ocurrir, permitiendo estar preparados para evitar cualquier daño o impacto, protegiendo a priori los factores y componentes del sistema ambiental. Este tipo de medidas resultan eficientes cuando su aplicación las vuelve condicionantes y restrictivas para la realización de una actividad determinada, debiéndose llevar a cabo previo al desarrollo de la misma, evitando así un probable daño. Por consiguiente, en la medida de lo posible, debe ser prioritario establecer medidas de este tipo.

**Medidas de mitigación.** Aquellas medidas que están orientadas a procurar la reducción o minimización de los efectos adversos que puedan generar los impactos identificados por la realización de una actividad o etapa del desarrollo del proyecto, con su aplicación se pretende atenuar la afectación a los factores y componentes ambientales ocasionada por alguna actividad determinada, que no puede ser restringida.

**3**

Entre las medidas de prevención y mitigación, además de las de índole ambiental, también pueden considerarse las socio-económicas, toda vez que la realización del proyecto puede tener efectos beneficiosos o adversos sobre las poblaciones humanas. En el caso del presente proyecto, no se pretende el establecimiento de medidas de prevención o mitigación de impactos socio-económicos, toda vez que generará impactos beneficiosos a la economía de la zona.

**Medidas de restauración.** Aquellas medidas orientadas a la recuperación de un sitio, tras sufrir una perturbación, procurando la recuperación de las condiciones ambientales a un nivel similar al que ocurría previo a la perturbación. Para que una restauración este completa, es necesario el restablecimiento no solamente de la cubierta vegetal, sino de las interacciones y procesos naturales mínimos. La aplicación de estas medidas por ende debe ser posterior a los efectos de un impacto ambiental.



**Medidas de compensación.** Aquellas medidas orientadas a promover un equilibrio o balance por la ocurrencia de impactos negativos generados sobre los factores ambientales y el entorno natural, cuando estos no pueden ser prevenidos, mitigados o restaurados. Con la implementación de estas medidas se promueve un equilibrio ambiental mediante la implementación de acciones beneficiosas en un elemento o sitio distinto al afectado por el desarrollo de una actividad proyectada. Las medidas deben compensar de manera proporcional al impacto ocasionado.

**Tabla 1.** Impactos Ambientales Esperados en el sitio.

| No. | Impacto ambiental potencial         | Naturaleza | Etapas del proyecto |
|-----|-------------------------------------|------------|---------------------|
| 1   | Emisiones a la atmósfera            | Negativa   | PS, C, O            |
| 2   | Generación de ruido                 | Negativa   | PS, C, O            |
| 3   | Contaminación al acuífero           | Negativa   | PS, C, O            |
| 4   | Contaminación del suelo             | Negativa   | PS, C, O            |
| 5   | Residuos sólidos urbanos            | Negativa   | PS, C, O            |
| 6   | Residuos peligrosos                 | Negativa   | PS, C, O            |
| 7   | Residuos de manejo especial         | Negativa   | PS, C, O            |
| 8   | Residuos biológicos infecciosos     | Negativa   | O                   |
| 9   | Pérdida de suelo                    | Negativa   | PS, C, O            |
| 10  | Disminución de la cobertura vegetal | Negativa   | PS, C, O            |
| 11  | Afectación a la fauna               | Negativa   | PS, C, O            |
| 12  | Generación de empleos               | Positiva   | PS, C, O            |
| 13  | Derrama económica                   | Positiva   | PS, C, O            |

**\*Simbología:** Preparación del sitio (PS), Construcción (C) y Operación(O).



## **MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA EL PROYECTO**

Para el presente proyecto se propone un total de 29 medidas, preventivas y de mitigación, con cuya aplicación se tiende a evitar y/o minimizar los efectos adversos que pudieran generarse por la realización del proyecto. Por consiguiente, considerando los impactos de mayor relevancia, se establecen medidas o sistemas de medidas para contrarrestarlos.

### **VI.1. Medidas preventivas**

En la siguiente sección del presente capítulo se presenta una tabla con las medidas de prevención propuestas para cada etapa del proyecto.

**Tabla 2.** Impactos Ambientales esperados durante la preparación del sitio del proyecto.

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |      | Impactos Ambientales esperados durante la preparación del sitio del proyecto |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|-----------------------|-------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
|                       |                                     |      | Emissiones a la atmosfera                                                    | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Perdida de suelo | Disminución de la cobertura vegetal | Afectación a la fauna | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1    |                                                                              |                     | 1                         | 1                       |                  |                                     | 1                     |                       |                   | 1                | 1                   |                             |
|                       | Media                               | 2    | 2                                                                            | 2                   |                           |                         | 2                | 2                                   |                       | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Alta                                | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Muy alta                            | 8    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 12   |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1    | 1                                                                            | 1                   | 1                         | 1                       | 1                | 1                                   | 1                     |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Parcial                             | 2    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Extenso                             | 4    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 8    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Critica                             | (+4) |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Largo plazo                         | 1    |                                                                              |                     |                           |                         |                  |                                     |                       |                       |                   |                  |                     |                             |



|                             |                                                                                 |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Momento (MO)</b>         | <b>Medio plazo</b>                                                              | <b>2</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Inmediato</b>                                                                | <b>4</b>    | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  |
|                             | <b>Crítico</b>                                                                  | <b>(+4)</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Persistencia (PE)</b>    | <b>Fugaz</b>                                                                    | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |           |           |           | <b>1</b>  |           |           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
|                             | <b>Temporal</b>                                                                 | <b>2</b>    |           |           |           |           |           | <b>2</b>  |           | <b>2</b>  | <b>2</b>  |           |           |           |
|                             | <b>Permanente</b>                                                               | <b>4</b>    |           |           |           | <b>4</b>  | <b>4</b>  |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Reversibilidad (RV)</b>  | <b>Corto plazo</b>                                                              | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |           |           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
|                             | <b>Medio plazo</b>                                                              | <b>2</b>    |           |           |           |           | <b>2</b>  | <b>2</b>  |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Irreversible</b>                                                             | <b>4</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Sinergia (SI)</b>        | <b>Sin sinergismo</b>                                                           | <b>1</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Sinérgico</b>                                                                | <b>2</b>    | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
|                             | <b>Muy sinérgico</b>                                                            | <b>4</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Acumulación (AC)</b>     | <b>Simple</b>                                                                   | <b>1</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Acumulativo</b>                                                              | <b>4</b>    | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Efecto (EF)</b>          | <b>Indirecto</b>                                                                | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Directo</b>                                                                  | <b>4</b>    |           |           |           |           | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Recuperabilidad (MC)</b> | <b>De manera inmediata</b>                                                      | <b>1</b>    | <b>1</b>  |           |           |           |           |           |           |           |           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
|                             | <b>A mediano plazo</b>                                                          | <b>2</b>    |           | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  |           |           |           |
|                             | <b>Mitigable</b>                                                                | <b>4</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Irrecuperable</b>                                                            | <b>8</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Periodicidad (PR)</b>    | <b>Irregular y discontinuo</b>                                                  | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
|                             | <b>Periódico</b>                                                                | <b>4</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Naturaleza</b>           | <b>Impacto beneficioso</b>                                                      | <b>+</b>    |           |           |           |           |           |           |           | ●         | ●         |           |           |           |
|                             | <b>Impacto perjudicial</b>                                                      | <b>-</b>    | ●         | ●         | ●         | ●         | ●         | ●         | ●         |           |           | ●         | ●         | ●         |
| <b>Importancia (I)</b>      | <b><math>I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)</math></b> |             | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>18</b> | <b>21</b> | <b>31</b> | <b>29</b> | <b>21</b> | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>17</b> | <b>17</b> | <b>17</b> |
|                             | <b>Ambiental crítico (&gt; 75)</b>                                              |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Característica</b>       | <b>Ambiental Severo (51-75)</b>                                                 |             |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             | <b>Ambiental Moderado (25-50)</b>                                               |             |           |           |           |           | ●         | ●         | ●         |           | ●         |           |           |           |
|                             | <b>Ambiental Compatible (&lt;25)</b>                                            |             | ●         | ●         | ●         | ●         |           |           |           | ●         |           | ●         | ●         | ●         |



**Tabla 3.** Impactos Ambientales esperados durante la construcción del proyecto

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |      | Impactos Ambientales esperados durante la construcción del proyecto |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|-----------------------|-------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
|                       |                                     |      | Emisiones a la atmosfera                                            | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Media                               | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Alta                                | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Muy alta                            | 8    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 12   |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Parcial                             | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Extenso                             | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Total                               | 8    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Critica                             | (+4) |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Momento (MO)          | Largo plazo                         | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Inmediato                           | 4    | 4                                                                   | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |
|                       | Critico                             | (+4) |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Persistencia (PE)     | Fugaz                               | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Temporal                            | 2    |                                                                     |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             |
|                       | Permanente                          | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Reversibilidad (RV)   | Corto plazo                         | 1    | 1                                                                   | 1                   | 1                         | 1                       | 1                     | 1                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Medio plazo                         | 2    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Irreversible                        | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Sinergia (SI)         | Sin sinergismo                      | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Sinérgico                           | 2    | 2                                                                   | 2                   | 2                         | 2                       | 2                     | 2                 | 1                | 1                   | 1                           |
|                       | Muy sinérgico                       | 4    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       |                                     |      |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
| Acumulación (AC)      | Simple                              | 1    |                                                                     |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |
|                       | Acumulativo                         | 4    | 4                                                                   | 4                   | 4                         | 4                       | 4                     | 4                 | 4                | 4                   | 4                           |





|                      |                                                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Efecto (EF)          | Indirecto                                                     | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |
|                      | Directo                                                       | 4 |    |    |    |    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Recuperabilidad (MC) | De manera inmediata                                           | 1 | 1  | 1  |    |    |    |    | 1  | 1  | 1  |
|                      | A mediano plazo                                               | 2 |    |    | 2  | 2  | 2  | 2  |    |    |    |
|                      | Mitigable                                                     | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Irrecuperable                                                 | 8 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Periodicidad (PR)    | Irregular y discontinuo                                       | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Periódico                                                     | 4 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Naturaleza           | Impacto beneficioso                                           | + |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |
|                      | Impacto perjudicial                                           | - | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  |
| Importancia (I)      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |   | 20 | 20 | 21 | 21 | 30 | 30 | 17 | 17 | 17 |
|                      | Ambiental crítico (> 75)                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Característica       | Ambiental Severo (51-75)                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Ambiental Moderado (25-50)                                    |   |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |
|                      | Ambiental Compatible (<25)                                    |   | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  |

**Tabla 4.** Impactos Ambientales esperados durante la construcción del proyecto

| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |   | Impactos Ambientales esperados durante la operación del proyecto |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|
|                       |                                     |   | Emisiones a la atmosfera                                         | Generación de ruido | Contaminación al acuífero | Contaminación del suelo | Generación de empleos | Derrama económica | Residuos urbanos | Residuos peligrosos | Residuos de manejo especial | Residuos biológicos infecciosos. |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1 | 1                                                                | 1                   | 1                         | 1                       |                       |                   | 1                | 1                   | 1                           |                                  |
|                       | Media                               | 2 |                                                                  |                     |                           |                         | 2                     | 2                 |                  |                     |                             | 2                                |
|                       | Alta                                | 4 |                                                                  |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |
|                       | Muy alta                            | 8 |                                                                  |                     |                           |                         |                       |                   |                  |                     |                             |                                  |



|                      |                                                               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                      | Total                                                         | 12   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Extensión (EX)       | Puntual                                                       | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Parcial                                                       | 2    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    |    |    |
|                      | Extenso                                                       | 4    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Total                                                         | 8    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Critica                                                       | (+4) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Momento (MO)         | Largo plazo                                                   | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Medio plazo                                                   | 2    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Inmediato                                                     | 4    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
|                      | Critico                                                       | (+4) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Persistencia (PE)    | Fugaz                                                         | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Temporal                                                      | 2    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Permanente                                                    | 4    |    |    |    |    | 4  | 4  |    |    |    |    |
| Reversibilidad (RV)  | Corto plazo                                                   | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Medio plazo                                                   | 2    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Irreversible                                                  | 4    |    |    |    |    | 4  | 4  |    |    |    |    |
| Sinergia (SI)        | Sin sinergismo                                                | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Sinérgico                                                     | 2    | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Muy sinérgico                                                 | 4    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Acumulación (AC)     | Simple                                                        | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Acumulativo                                                   | 4    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Efecto (EF)          | Indirecto                                                     | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    |
|                      | Directo                                                       | 4    |    |    |    |    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Recuperabilidad (MC) | De manera inmediata                                           | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | A mediano plazo                                               | 2    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    |    |    |
|                      | Mitigable                                                     | 4    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Irrecuperable                                                 | 8    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Periodicidad (PR)    | Irregular y discontinuo                                       | 1    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Periódico                                                     | 4    |    |    |    |    | 4  | 4  |    |    |    |    |
| Naturaleza           | Impacto beneficioso                                           | +    |    |    |    |    | ●  | ●  |    |    |    |    |
|                      | Impacto perjudicial                                           | -    | ●  | ●  | ●  | ●  |    |    | ●  | ●  | ●  | ●  |
| Importancia (I)      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |      | 17 | 17 | 17 | 17 | 32 | 32 | 17 | 17 | 17 | 18 |
|                      | Ambiental crítico (> 75)                                      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



|                |                            |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Característica | Ambiental Severo (51-75)   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                | Ambiental Moderado (25-50) |  |   |   |   |   | • | • |   |   |   |   |  |
|                | Ambiental Compatible (<25) |  | • | • | • | • |   |   | • | • | • | • |  |

## **VI.2. Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación.**

En la tabla 2 se describe la medida y acciones, el efecto esperado, el factor afectado, el impacto a mitigar, las etapas del proyecto durante las cuales se implementará la medida, la forma de supervisión de su realización, y los elementos de soporte para el registro de realización de las medidas.



**Tabla 5. Medidas de Prevención y Mitigación de los impactos ambientales esperados de generar por la realización del presente proyecto.**

## LÍNEA ESTRATÉGICA: EMISIONES A LA ATMÓSFERA

| Impacto (s) a atender                                    |                | Emisiones a la atmosfera                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                         |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                       |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                         |
| <b>No.</b>                                               |                | 1                                                                                                                                                                       |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Humectación de superficies para control de la emisión de polvos.                                                                                                        |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se humectarán constantemente las superficies que emitan polvos a la atmosfera, principalmente las terracerías en plataformas y vialidades. Se utilizarán pipas de agua. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la etapa de construcción. En temporada seca principalmente y cuando sea necesario.                                                                              |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el residente de obra vigilara el cumplimiento de esta medida mediante recorridos periódicos en el sitio.                   |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de no acatarse esta medida, se dará aviso al residente para la aplicación de agua en las superficies que lo requieran.                                          |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar el deterioro de la calidad del aire por emisión de polvos a la atmosfera.                                                                                        |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                              |



| Impacto (s) a atender                                    |                | Emisiones a la atmosfera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>No.</b>                                               |                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | El transporte de materiales de construcción y residuos de desmonte y despalme, deberá realizarse cubriéndolos o humedeciéndolos para evitar su dispersión o emisión de polvos al aire. Los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) deberán ser embolsados y/o cubiertos durante su transporte para evitar su dispersión. |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Durante su transporte, los residuos del desmonte y despalme, y los materiales de construcción deberán ser cubiertos con lona, embolsados o humedecidos para evitar su dispersión y emisión de polvos al aire. Los RSU y RME serán embolsados y/o cubiertos con lona para evitar su dispersión.                                             |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo a la realización del traslado de los residuos o materiales de construcción, durante la etapa de preparación del sitio y de construcción.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara la aplicación de esta medida mediante recorridos periódicos en el sitio. El residente de obra comunicara sobre esta medida al personal de la caseta de acceso para vigilar su aplicación.                                                                                                                |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de no acatar esta medida, se podrá restringir el acceso o salida a los camiones que transporten inadecuadamente los residuos o materiales, hasta que cumplan con esta medida.                                                                                                                                                      |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la emisión de polvos a la atmosfera y la dispersión de residuos o materiales de construcción sobre las vías de desplazamiento vehicular.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



| Impacto (s) a atender                                    |                | Emisiones a la atmosfera                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                |
| <b>No.</b>                                               |                | 3                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Prohibir la quema de los residuos generados.                                                                                                                                                                   |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se instruirá al personal sobre esta medida. Para evitar la incineración de los residuos, se vigilará su almacenamiento y correcta disposición.                                                                 |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al inicio de actividades, durante todas las etapas del proyecto.                                                                                                                                        |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental, el residente de obra y personal de operación, vigilarán el cumplimiento de esta medida mediante recorridos periódicos y verificación del manejo y disposición final de los residuos. |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | El personal que sea sorprendido disponiendo inadecuadamente sus residuos podrá ser sancionado. Se ordenará la limpieza de las áreas afectadas y la correcta disposición de los residuos.                       |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar el deterioro de la calidad del aire.                                                                                                                                                                    |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Comprobantes de ingreso al sitio de disposición final de residuos. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Lista de asistencia a pláticas de concientización ambiental.                     |



| Impacto (s) a atender                             |                | Emisiones a la atmosfera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Factores afectados                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                   | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                   | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                   | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                   | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                   | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Etapa de Proyecto                                 | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                   | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                   | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tipo de Medida                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                   | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| No.                                               |                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Descripción de la Medida                          |                | Control de la contaminación del aire por emisión de humos y gases contaminantes generados por vehículos y maquinaria pesada.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Acción o mecanismo para su realización            |                | El control de las emisiones de humos y gases generadas por la operación de vehículos y maquinaria será mediante el mantenimiento preventivo el proveedor de vehículos o maquinaria deberá verificar que las emisiones a la atmosfera generadas por sus automotores a gasolina y diésel cumplan con lo señalado en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006, respectivamente. |
| Duración / Momento de ejecución                   |                | Previo y durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Según las características y requerimientos de cada automotor.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Supervisión de cumplimiento                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida mediante la revisión de la bitácora de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria pesada por parte del proveedor.                                                                                                                                                                                               |
| Corrección y ajuste en caso necesario             |                | En caso de detectar desacato de esta medida, se dará aviso al residente de obra para definir la acción a seguir.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Efecto esperado                                   |                | Disminuir el deterioro de la calidad atmosférica mediante la minimización de las emisiones contaminantes por fuentes móviles.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Registro de cumplimiento/Documentación de soporte |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Bitácora de mantenimiento preventivo de los automotores. Facturas de servicio de mantenimiento preventivo.                                                                                                                                                                                                                   |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: GENERACIÓN DE RUIDO

| Impacto (s) a atender                                    |                | GENERACIÓN DE RUIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>No.</b>                                               |                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Control de la contaminación del aire por emisión de ruidos generados por el uso de vehículos y maquinaria pesada.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | El control del ruido generado por la operación de vehículos y maquinaria pesada será mediante el mantenimiento preventivo periódico de los automotores, el cual será realizado en talleres fuera del sitio del proyecto. El propietario de los automotores deberá vigilar que cumplan con los límites máximos para la emisión de ruido señalados en la NOM-080-SEMARNAT-1994. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo y durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Según las características y requerimientos de cada automotor.                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida mediante la revisión de la bitácora de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria pesada por parte del proveedor; así como la verificación del uso de dispositivos silenciadores.                                                                                                                     |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar desacato de esta medida, se dará aviso al residente de obra para definir la acción a seguir.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la perturbación de la fauna silvestre y también disminuir el deterioro de la calidad atmosférica mediante la minimización de la contaminación por ruido emitido por fuentes móviles.                                                                                                                                                                                   |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Bitácora de mantenimiento preventivo de los automotores. Facturas de servicio de mantenimiento preventivo.                                                                                                                                                                                                         |





| Impacto (s) a atender                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | GENERACIÓN DE RUIDO |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
|                                                          | Aire                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | X                   |
|                                                          | Flora y Fauna                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | X                   |
|                                                          | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
|                                                          | Paisaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
|                                                          | Socioeconómico                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | X                   |
|                                                          | Construcción                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | X                   |
|                                                          | Operación                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | X                   |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
|                                                          | Mitigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | M                   |
| <b>No.</b>                                               | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          | Control de la contaminación del aire por emisión de ruidos generados por fuentes fijas.                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            | El control del ruido generado por la operación de fuentes fijas será mediante el mantenimiento preventivo periódico de las instalaciones y equipos mecánicos y electromecánicos. Se vigilará el cumplimiento de los límites máximos de emisión de ruido permitidos para fuentes fijas en la NOM-081-SEMARNAT-1994. |                     |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   | Previo y durante la etapa de operación. Según las características y requerimientos de cada equipo.                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       | El personal de operación vigilará el cumplimiento de esta medida mediante la revisión de la bitácora de mantenimiento preventivo a equipos.                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             | En caso de detectar desacato de esta medida, se dará aviso al personal de operación para definir la acción a seguir.                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Efecto esperado</b>                                   | Evitar la perturbación de la fauna silvestre y también disminuir el deterioro de la calidad atmosférica mediante la minimización de la contaminación por ruido emitido por fuentes fijas.                                                                                                                          |                     |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> | Bitácora de mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones.                                                                                                                                                                                                                                               |                     |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO.

| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN AL ACUÍFERO                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>No.</b>                                               |                | 7                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Realización de los trámites necesarios en materia de aguas ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).                                                                                                              |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se deberá llevar a cabo la realización de los trámites ante CONAGUA necesarios para la obtención de autorizaciones y permisos de aprovechamiento (extracción) y descarga de aguas residuales <i>post</i> tratamiento. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Conforme sea requerido por el desarrollo del proyecto.                                                                                                                                                                |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | El Promovente tramitará y obtendrá los permisos y autorizaciones que correspondan.                                                                                                                                    |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | Se revisará el estado de cada trámite o, de lo contrario, se iniciarán los trámites correspondientes.                                                                                                                 |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Prevenir presiones al recurso hídrico por aprovechamiento excesivo del agua, y por la alteración de su calidad debido a descargas no autorizadas.                                                                     |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Título de concesión y permiso de descarga                                                                                                                                                                             |



| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN AL ACUÍFERO                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>No.</b>                                               |                | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Se hará un uso racional del agua en la operación del proyecto acorde con lo autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).                                                                                                                                                |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se llevará a cabo ante la CONAGUA la gestión de los trámites necesarios para el aprovechamiento del recurso hídrico y se respetará el volumen de agua autorizado para aprovechamiento.                                                                                             |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la etapa de operación del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | El área de gestión ambiental vigilará el cumplimiento de esta medida en coordinación con el personal de operación, mediante la revisión periódica de los registros de consumo de agua en la operación del sitio.                                                                   |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectarse la necesidad de un volumen mayor al autorizado, el personal de operación deberá definir estrategias para procurar mantener los requerimientos de agua dentro del volumen autorizado o; de lo contrario, realizar los trámites correspondientes ante CONAGUA. |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar el uso excesivo del recurso hídrico por la operación del proyecto, previniendo el impacto de sobreexplotación del acuífero.                                                                                                                                                 |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Declaraciones trimestrales, anuales por medio de los reportes de Declaragua. Título de concesión, etc.                                                                                                                                                                             |



| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN AL ACUÍFERO                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                               |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                               |
| <b>No.</b>                                               |                | 9                                                                                                                                                                                             |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Mantenimiento periódico de instalaciones hidráulicas para evitar fugas y derrames de agua.                                                                                                    |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | De manera periódica se realizarán mantenimientos preventivos a las instalaciones hidráulicas del sitio.                                                                                       |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la etapa de operación del proyecto, según las necesidades de las diferentes instalaciones y equipos.                                                                                  |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | El personal de operación deberá verificar el estado de conservación de las instalaciones de manera periódica y la programación y cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo. |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar deterioro severo o fallas en las instalaciones hidráulicas, se deberá contener cualquier fuga de agua de inmediato, y proceder a la reparación de las instalaciones.      |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar el uso excesivo del recurso hídrico por pérdida debida a fugas y derrames durante la operación del proyecto, previniendo el impacto de sobreexplotación del acuífero.                  |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Bitácora o informes del encargado de mantenimiento                                                                                                                                            |



| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN AL ACUÍFERO                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                           |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                         |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                         |
| <b>No.</b>                                               |                | 10                                                                                                                                                                                        |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.                                                                                                                          |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Las aguas residuales generadas en las instalaciones serán previamente tratadas por un biodigestor. Las descargas cumplirán con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996.                |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante toda la etapa de operación del sitio.                                                                                                                                             |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | El personal de operación deberá monitorear y analizar periódicamente los parámetros de las aguas tratadas que sean descargadas.                                                           |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectarse parámetros fuera de los límites máximos permitidos por la Norma, el personal de operación definirá la estrategia a seguir para mejorar dichos parámetros anormales. |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del manto freático por descarga de aguas residuales.                                                                                                              |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | análisis periódico de las aguas residuales (para los informes trimestrales) y las declaraciones del Declaragua. Reportes trimestrales y anuales.                                          |



| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN AL ACUÍFERO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Operación      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>No.</b>                                               |                | 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Colocación de sanitarios portátiles para el personal, así como el manejo y disposición adecuada de las aguas residuales de los sanitarios portátiles.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de 1 sanitario por cada 15 trabajadores). Recibirán mantenimiento 2 a 3 veces por semana como mínimo, por parte de una empresa autorizada que recolectara las aguas sanitarias generadas para disponerlas adecuadamente. Se contratarán los servicios de una empresa autorizada para la recolección periódica de las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, para su traslado y disposición final.                                                                                                                            |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al inicio de actividades y durante las etapas de preparación del sitio y construcción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | Las supervisiones ambientales en coordinación con el residente de obra vigilarán el cumplimiento de esta medida mediante recorridos periódicos en el sitio y la verificación de las listas de empleados de las empresas que se encuentren en el sitio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar alguna empresa que no cuente con sanitarios portátiles o no tenga la cantidad suficiente acorde al número de empleados en el sitio, se solicitará al residente de dicha empresa la colocación de sanitarios a la brevedad posible o podrá ser sancionada. En caso de detectar incumplimiento de esta medida por parte de una empresa contratista, se le requerirá contratar los servicios de una empresa especializada. En el caso de las empresas recolectoras, se les exigirá su registro o autorización para el ingreso de aguas residuales a una planta de tratamiento. |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo por fecalismo. Evitar contaminación del suelo y manto freático por descarga inadecuada de aguas residuales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Facturas de renta de sanitarios portátiles y su mantenimiento. Listado del personal en obra. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Permiso para el manejo de aguas residuales, del proveedor del servicio. Facturas de renta de sanitarios portátiles y su mantenimiento. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                       |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: CONTAMINACIÓN DEL SUELO

| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN DEL SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>No.</b>                                               |                | 12                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos fuera del sitio, como prevención de la contaminación                                                                                                                                                                                  |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Los propietarios de la maquinaria y vehículos serán responsables de proporcionar mantenimiento preventivo periódico a sus unidades, en talleres fuera del sitio. Esto será verificado mediante la bitácora de mantenimiento de dichas unidades. Plática de concientización al personal. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al inicio de actividades, y durante todas las etapas del proyecto.                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida mediante la verificación de las bitácoras de mantenimiento de las unidades.                                                                                                                                            |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar incumplimiento de esta medida, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para requerir al propietario de dichas unidades someterlas a mantenimiento preventivo.                                                                                 |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Mantener la calidad del aire, agua y suelo en el sitio mediante el control de la generación de ruido, partículas y emisiones contaminantes a la atmosfera y la prevención de la generación de residuos peligrosos derivado de fallas en los automotores.                                |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Bitácora de mantenimiento de vehículos y maquinaria y comprobantes del taller que brinda el servicio preventivo. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. .                                                                                                           |



| Impacto (s) a atender                                    |                | CONTAMINACIÓN DEL SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Operación      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>No.</b>                                               |                | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | No está permitido brindar mantenimiento mayor a vehículos dentro del sitio del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se instruirá a los proveedores y operadores de esta prohibición. Deberán contar con mantenimiento preventivo realizado en talleres fuera del sitio del proyecto; en caso de ser necesario realizar un mantenimiento correctivo menor dentro del sitio, deberán evitar el derrame o dispersión de residuos peligrosos al suelo, los cuales deberán manejarse y disponerse adecuadamente mediante una empresa autorizada acorde con la normatividad vigente. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al inicio de actividades, durante todas las etapas del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | Las supervisiones ambientales en coordinación con la residencia de obra vigilarán el cumplimiento de esta medida mediante la revisión de la bitácora de mantenimiento de los vehículos y mediante recorridos periódicos en el sitio.                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de haber necesidad de realizar mantenimiento correctivo mayor, se indicará al operador y a la empresa contratista de vehículos o maquinaria para que realice el traslado a un taller fuera del sitio del proyecto. Aquellos residuos peligrosos que se generen deberán colocarse en las áreas correspondiente.                                                                                                                                     |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo por derrame y disposición inadecuada de residuos peligrosos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Bitácora de mantenimiento de vehículos y maquinaria. Comprobantes del taller que brinda el servicio preventivo o correctivo Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Manifiesto de residuos peligrosos.                                                                                                                                                                                                                                  |





## LÍNEA ESTRATÉGICA: RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.

| Impacto (s) a atender                                    |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>No.</b>                                               |                | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Utilizar lonas y charolas durante el manejo de sustancias y materiales con características toxicas; así como para el manejo de residuos peligrosos.                                                                                                                                                                     |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se instruirá de esta medida al personal en obra. Al realizar trabajos con materiales o sustancias toxicas, o que puedan generarse residuos peligrosos, deberán colocar en el piso o suelo del área de trabajo lonas o charolas para captar cualquier derrame que pueda ocurrir. Plática de concientización al personal. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Al iniciar un trabajo con sustancias toxicas o que pueda generar residuos peligrosos. Durante todas las etapas del proyecto.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental mediante recorridos periódicos en el sitio, vigilara el cumplimiento de esta medida en coordinación con el residente de obra y personal de operación.                                                                                                                                          |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar incumplimiento de esta medida, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para realizar el llamado de atención correspondiente a la empresa incumplida y asegurar la implementación de dicha medida.                                                                             |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo y e infiltración de sustancias toxicas                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Reporte fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                                               |



| Impacto (s) a atender                                    |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>No.</b>                                               |                | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Almacenamiento de sustancias peligrosas en instalaciones específicas para este fin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Los materiales o sustancias peligrosas (incluyendo combustibles) o que puedan generar residuos peligrosos, se almacenarán en instalaciones especialmente designadas para este propósito, cuyas características permitan captar y contener cualquier fuga o derrame, evitando la contaminación del suelo. Se contará con diques de contención en los tanques de almacenamiento de diésel y combustóleo (en caso de no contar con gas natural), también se contará con un almacén para sustancias peligrosas. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | La construcción de estas instalaciones será en la etapa de construcción y su ocupación y mantenimiento será en la etapa de operación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental mediante recorridos periódicos en el sitio, vigilara el cumplimiento de esta medida en coordinación con el residente de obra (la construcción de infraestructura) y con el personal de operación (uso adecuado y mantenimiento).                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar incumplimiento de esta medida, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para realizar las acciones necesarias para el cumplimiento de dicha medida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar riesgos de trabajo y la contaminación del suelo y manto freático por derrame e infiltración de sustancias peligrosas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Reporte fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



| Impacto (s) a atender                                    |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Paisaje        | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>No.</b>                                               |                | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Implementación de actividades de limpieza de las áreas de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, al final de la jornada laboral una brigada de personal de obra realizara recorridos en las áreas de trabajo y colindancias para recoger los residuos sólidos urbanos que se encuentren dispersos sobre el suelo; los residuos recogidos serán ingresados en contenedores separadores según el tipo de residuo que se trate, para su posterior envío a disposición final. En la etapa de operación, se contará con personal de limpieza que realizara recorridos diariamente en las áreas de trabajo y en las áreas comunes; los residuos serán ingresados a los almacenes temporales correspondientes, para su posterior envío a disposición final. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante las diferentes etapas del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el residente de obra, vigilara la aplicación de esta medida mediante recorridos periódicos en el sitio. En la etapa de operación será el personal de operación quien se encargará de asegurar el cumplimiento de esta medida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar dispersión o disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos en el sitio de trabajo, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para definir la estrategia a seguir para corregir el incumplimiento y reforzar la recolección y disposición final de residuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo mediante la reducción de las posibilidades de dispersión de residuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



| Impacto (s) a atender                                    |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Paisaje        | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>No.</b>                                               |                | 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Implementación de un Programa de manejo de residuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se implementará un Programa para el manejo de los distintos tipos de residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto: Residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME).                                                                                                                                                                                   |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante todas las etapas del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el residente de obra y el personal de operación, vigilara la aplicación de esta medida mediante recorridos periódicos en el sitio y la revisión de almacenes temporales, bitácoras de control y comprobantes de recolección y disposición final de los diferentes tipos de residuos.                                                |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar un manejo inadecuado o disposición final en un sitio no autorizado, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para definir la estrategia a seguir para corregir el incumplimiento y reforzar el control de los encargados de la recolección y disposición final de residuos.                                                             |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo, aire y manto freático, mediante el adecuado de los residuos y sus lixiviados.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Comprobantes del ingreso de residuos a los sitios de disposición final autorizados. Comprobantes de aprovechamiento de residuos o subproductos. Permiso para el manejo de aguas residuales, del proveedor del servicio. Alta como generador de residuos peligrosos ante SEMARNAT. Manifiestos de residuos peligrosos. |



| Impacto (s) a atender                                    |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>No.</b>                                               |                | 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Implementación de contenedores separadores con tapa para el almacenamiento temporal de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) generados                                                                                                                                                               |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se colocarán contenedores en número suficiente, en lugares estratégicos, se instruirá al personal que ingrese al predio sobre la correcta separación de los residuos sólidos.                                                                                                                             |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio, durante las etapas de preparación del sitio y durante la construcción.                                                                                                                                                                             |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental, el residente de obra y el personal de operaciones que se encuentre durante la preparación del sitio y la construcción, vigilarán el cumplimiento de la medida mediante recorridos periódicos en las áreas, así como la verificación de la correcta disposición de los residuos. |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | El personal que sea sorprendido disponiendo inadecuadamente sus residuos podrá ser sancionado. Se ordenará la limpieza de las áreas afectadas y la correcta disposición de los residuos.                                                                                                                  |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la contaminación del suelo y freático por dispersión de residuos sólidos e infiltración de lixiviados. Evitar la generación de olores molestos y fauna nociva.                                                                                                                                     |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Comprobantes de ingreso al sitio de disposición final de residuos. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Lista de asistencia a pláticas de concientización ambiental.                                                                                                                |



| Impacto (s) a atender                             |                | RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Factores afectados                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                   | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                   | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                   | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                   | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                   | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Etapa de Proyecto                                 | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                   | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                   | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tipo de Medida                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                   | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| No.                                               |                | 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Descripción de la Medida                          |                | Implementación de almacenes temporales de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Acción o mecanismo para su realización            |                | En la etapa de operación del proyecto se contará con una zona de almacenamiento para residuos sólidos urbanos (RSU) y una para los residuos de manejo especial (RME), cuyas características permitan la separación de las fracciones orgánica e inorgánica y los residuos valorizables, y eviten la dispersión de los residuos o sus lixiviados, así como la proliferación de fauna nociva. |
| Duración / Momento de ejecución                   |                | Durante la etapa de operación del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Supervisión de cumplimiento                       |                | El área de gestión ambiental vigilará el cumplimiento de esta medida en coordinación con el personal de operación.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Corrección y ajuste en caso necesario             |                | En caso de detección de incumplimiento se coordinará con el personal operativo una revisión de los procedimientos para corregirlos.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Efecto esperado                                   |                | Evitar la contaminación del suelo y del manto freático por un inadecuado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.                                                                                                                                                                                                                                         |
| Registro de cumplimiento/Documentación de soporte |                | Comprobantes de ingreso al sitio de disposición final de residuos. Comprobantes de aprovechamiento de residuos o subproductos.                                                                                                                                                                                                                                                              |



| Impacto (s) a atender                             |                | RESIDUOS BIOLOGICOS INFECCIOSOS                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Factores afectados                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                      |
|                                                   | Aire           |                                                                                                                                                                                        |
|                                                   | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                        |
|                                                   | Agua           | X                                                                                                                                                                                      |
|                                                   | Paisaje        |                                                                                                                                                                                        |
|                                                   | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                        |
| Etapas de Proyecto                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                      |
|                                                   | Construcción   | X                                                                                                                                                                                      |
|                                                   | Operación      | X                                                                                                                                                                                      |
| Tipo de Medida                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                        |
|                                                   | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                      |
| No.                                               |                | 20                                                                                                                                                                                     |
| Descripción de la Medida                          |                | Manejo de residuos biológicos infecciosos.                                                                                                                                             |
| Acción o mecanismo para su realización            |                | Durante la etapa de operación, los residuos biológicos infecciosos que se puedan generar tendrá un manejo adecuado                                                                     |
| Duración / Momento de ejecución                   |                | Durante la operación de la granja y de manera permanente                                                                                                                               |
| Supervisión de cumplimiento                       |                | Los encargados de la supervisión ambiental y los responsables del área vigilarán el cumplimiento de esta medida mediante el uso de bitácoras y reportes continuos.                     |
| Corrección y ajuste en caso necesario             |                | En caso de detectar algún incumplimiento a esta medida, se dará aviso al responsable o al personal de operación para definir la estrategia a seguir.                                   |
| Efecto esperado                                   |                | Evitar la contaminación del suelo y del manto freático por un inadecuado manejo y disposición de los residuos peligrosos.                                                              |
| Registro de cumplimiento/Documentación de soporte |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Alta como generador de RPBI ante SEMARNAT. Bitácora del almacén de residuos peligrosos. Manifiestos de residuos peligrosos. |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: PÉRDIDA DE SUELO Y DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

| Impacto (s) a atender                             |                                                                                                                                                                                                                       | PÉRDIDA DE SUELO Y DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Factores afectados                                | Suelo                                                                                                                                                                                                                 | X                                                      |
|                                                   | Aire                                                                                                                                                                                                                  |                                                        |
|                                                   | Flora y Fauna                                                                                                                                                                                                         |                                                        |
|                                                   | Agua                                                                                                                                                                                                                  |                                                        |
|                                                   | Paisaje                                                                                                                                                                                                               |                                                        |
|                                                   | Socioeconómico                                                                                                                                                                                                        |                                                        |
| Etapa de Proyecto                                 | Preparación                                                                                                                                                                                                           | X                                                      |
|                                                   | Construcción                                                                                                                                                                                                          | X                                                      |
|                                                   | Operación                                                                                                                                                                                                             |                                                        |
| Tipo de Medida                                    | Preventiva                                                                                                                                                                                                            | P                                                      |
|                                                   | Mitigación                                                                                                                                                                                                            |                                                        |
| No.                                               | 21                                                                                                                                                                                                                    |                                                        |
| Descripción de la Medida                          | Restringir el tránsito de vehículos y maquinaria a las áreas autorizadas para desmonte.                                                                                                                               |                                                        |
| Acción o mecanismo para su realización            | Se indicará esta medida a los operadores, no podrán transgredir el perímetro de las áreas a desmontar, el cual será señalado con estacas con pintura o cinta de señalización. Plática de concientización al personal. |                                                        |
| Duración / Momento de ejecución                   | Previo al inicio de actividades de desmonte y hasta finalizar la etapa de construcción.                                                                                                                               |                                                        |
| Supervisión de cumplimiento                       | La supervisión ambiental en coordinación con el Residente de obra vigilara el cumplimiento mediante recorridos periódicos durante la realización de los trabajos.                                                     |                                                        |
| Corrección y ajuste en caso necesario             | Detener el avance de los vehículos y maquinaria que transgredan el perímetro de las áreas autorizadas e instruir nuevamente a los operadores.                                                                         |                                                        |
| Efecto esperado                                   | Evitar el deterioro y modificación del suelo natural.                                                                                                                                                                 |                                                        |
| Registro de cumplimiento/Documentación de soporte | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Lista de asistencia a pláticas de concientización ambiental.                                                                                               |                                                        |





| Impacto (s) a atender                                    |                | PÉRDIDA DE SUELO Y DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>No.</b>                                               |                | 22                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | El tránsito vehicular y peatonal será únicamente sobre las vías existentes y las que sean habilitadas para este fin.                                                                                |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Se indicará esta medida al personal que ingrese al predio. Las vías serán señalizadas visualmente Plática de concientización al personal.                                                           |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Previo al ingreso al predio, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se dará mantenimiento a las vías que sean designadas para tal fin. |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el Residente de obra vigilara el cumplimiento mediante recorridos periódicos durante la realización de los trabajos.                                   |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | Detener el avance de los vehículos, maquinaria y peatones que transgredan el perímetro de las vías habilitadas e instruir nuevamente al personal.                                                   |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar el deterioro y modificación del suelo natural.                                                                                                                                               |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Lista de asistencia a pláticas de concientización ambiental.                                                                             |



| Impacto (s) a atender                                    |                | PÉRDIDA DE SUELO Y DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Paisaje        | X                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    |                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                          | Construcción   |                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>No.</b>                                               |                | 23                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Utilización de material pétreo de legal procedencia.                                                                                                                                                                   |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Únicamente se utilizarán materiales pétreos adquiridos con distribuidores autorizados o en bancos que cuenten con la autorización en materia ambiental por la autoridad competente.                                    |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la etapa de construcción.                                                                                                                                                                                      |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida mediante la revisión de la documentación que avale la legal procedencia de los materiales pétreos.                                                    |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar desacato a esta medida, se negará el acceso del material al sitio del proyecto y se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para definir la acción a seguir.                    |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Evitar la explotación ilegal del recurso suelo y el deterioro del mismo, así como de la cobertura vegetal y las especies de fauna asociadas al sitio y la contaminación del manto freático.                            |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. Facturas de compra de materiales pétreos con distribuidores autorizados o Autorizaciones de los bancos de materiales expedidas por la autoridad competente. |



| Impacto (s) a atender                                    |                | PÉRDIDA DE SUELO Y DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Aire           | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Agua           | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Paisaje        | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    |                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>No.</b>                                               |                | 24                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Recuperación y reintegración al suelo de materiales productos del desmonte y despalme.                                                                                                                                        |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Todo el material producto de los trabajos de desmonte y despalme resultado de los trabajos de preparación del sitio, serán dispuestos en áreas donde no se hará construcción para ser utilizados como recuperadores de suelo. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la etapa de operación.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida.                                                                                                                                                             |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar desacato a esta medida se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para definir la acción a seguir.                                                                                     |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Reintegrar los materiales extraídos en las áreas que no serán afectadas y utilizarlos como mejoradores de suelos                                                                                                              |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                                                    |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: AFECTACIÓN A LA FAUNA

| Impacto (s) a atender                                    |                | AFECTACIÓN A LA FAUNA                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          | X                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Paisaje        | X                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                              |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                            |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                            |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                              |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                            |
| <b>No.</b>                                               |                | 25                                                                                                                                                                                           |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Mantenimiento de áreas verdes con especies de flora nativas de la región en el sitio del proyecto.                                                                                           |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | En el sitio se delimitarán y señalizarán las áreas en las que se mantendrán áreas verdes con especies nativas de la región, estas áreas bordearán las instalaciones.                         |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Se delimitarán las áreas durante la etapa de preparación del sitio y construcción, y serán mantenidas durante la etapa de operación.                                                         |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el residente de obra verificará los límites de las áreas destinadas como áreas verdes; así mismo, se mantendrán durante la operación del sitio. |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar incumplimiento de esta medida, se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para realizar la corrección necesaria.                                      |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Disminuir el impacto visual sobre el paisaje, y mantener la armonía con el entorno del sitio. Así mismo, disminuir la afectación a la flora y la fauna silvestre.                            |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                   |



| Impacto (s) a atender                             |                | AFECCIÓN A LA FAUNA                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Factores afectados                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Aire           |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                          |
|                                                   | Agua           |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Paisaje        |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                            |
| Etapas de Proyecto                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                          |
|                                                   | Construcción   |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Operación      |                                                                                                                                                                                            |
| Tipo de Medida                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                            |
|                                                   | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                          |
| No.                                               |                | 26                                                                                                                                                                                         |
| Descripción de la Medida                          |                | Rescate de especies de flora y fauna silvestre                                                                                                                                             |
| Acción o mecanismo para su realización            |                | Previo al desmonte se verificará la presencia de especies de flora y fauna de interés y se implementará un Programa de rescate y reubicación.                                              |
| Duración / Momento de ejecución                   |                | Previo al inicio de actividades de desmonte y durante la etapa de preparación del sitio.                                                                                                   |
| Supervisión de cumplimiento                       |                | La supervisión ambiental se encargará de ubicar y censar las especies de interés y llevar a cabo un Programa de rescate y reubicación.                                                     |
| Corrección y ajuste en caso necesario             |                | En caso de detectarse incumplimiento de esta medida, se detendrán las actividades de desmonte hasta la realización del rescate correspondiente.                                            |
| Efecto esperado                                   |                | Proteger a las especies de flora y fauna silvestres consideradas bajo algún estatus riesgo por la Normatividad correspondiente.                                                            |
| Registro de cumplimiento/Documentación de soporte |                | Bitácora de rescate y reubicación de flora y fauna. Informe del programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico. |



| Impacto (s) a atender                                    |                | AFECCIÓN A LA FAUNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                          | Construcción   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Operación      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>No.</b>                                               |                | 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Desmante gradual y unidireccional                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | La remoción de la vegetación (desmante) se realizará de manera gradual, por etapas, y en una sola dirección para permitir que la fauna presente en el área pueda desplazarse hacia otros sitios adyacentes al área del proyecto. Se instruirá al residente de obra y al personal encargado del desmante.                           |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante la preparación del sitio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental en coordinación con el residente de obra vigilará el cumplimiento de esta medida mediante recorridos previos en las áreas a desmontar para verificar la presencia de fauna y señalar visualmente los polígonos de desmante; así como para verificar que el avance del desmante sea en una sola dirección. |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar incumplimiento de esta medida se detendrá la actividad, se instruirá al personal y se continuará el desmante.                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Minimizar las posibilidades de afectación directa a la fauna por las actividades de remoción de la vegetación.                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                                                                                                                                                                                                                         |



| Impacto (s) a atender                                    |                | AFECCIÓN A LA FAUNA                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Flora y Fauna  | X                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Socioeconómico |                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     | P                                                                                                                                                                                                     |
|                                                          | Mitigación     |                                                                                                                                                                                                       |
| <b>No.</b>                                               |                | 28                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Protección de la fauna silvestre (y flora)                                                                                                                                                            |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | Previo al inicio de actividades se instruirá al personal sobre la prohibición de cazar, perturbar o capturar a las especies de fauna silvestre. También se instruirá sobre la protección de la flora. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante las distintas etapas del proyecto.                                                                                                                                                            |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | La supervisión ambiental vigilara el cumplimiento de esta medida mediante la verificación de la impartición de pláticas de concientización ambiental al personal.                                     |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En caso de detectar un desacato a esta medida, se detendrá la actividad y se dará aviso al residente de obra o al personal de operación para definir la acción a seguir.                              |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Proteger a los ejemplares de la fauna silvestre dentro del predio.                                                                                                                                    |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                | Lista de asistencia a pláticas de concientización ambiental. Informe de la supervisión ambiental. Registro fotográfico.                                                                               |



## LÍNEA ESTRATÉGICA: GENERACIÓN DE EMPLEOS

| Impacto (s) a atender                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | GENERACIÓN DE EMPLEOS |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |
|                                                          | Aire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |
|                                                          | Flora y Fauna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |
|                                                          | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |
|                                                          | Paisaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
|                                                          | Socioeconómico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | X                     |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | X                     |
|                                                          | Construcción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | X                     |
|                                                          | Operación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | X                     |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |
|                                                          | Mitigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | M                     |
| <b>No.</b>                                               | 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          | Empleo de mano de obra local                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            | Se empleará preferentemente a personas de las comunidades cercanas. Esto resulta beneficioso para las empresas contratantes ya que disminuyen sus costos de traslado.                                                                                                                                                                |                       |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   | Durante todas las del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       | La supervisión ambiental verificará el grado de cumplimiento mediante la revisión del listado de personal de cada empresa dentro del sitio durante las etapas de preparación del sitio y construcción; así mismo, se exhortará a que durante la etapa de operación se contrate preferentemente personal de las localidades cercanas. |                       |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             | En el caso de esta medida únicamente se hará la recomendación de contratación de mano de obra local.                                                                                                                                                                                                                                 |                       |
| <b>Efecto esperado</b>                                   | Disminuir la emigración de personas en busca de empleo. Así mismo, generar derrama económica en la población local.                                                                                                                                                                                                                  |                       |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> | Listado de personal en obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción.                                                                                                                                                                                                                                              |                       |





| Impacto (s) a atender                                    |                | GENERACIÓN DE EMPLEOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores afectados</b>                                | Suelo          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Aire           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Flora y Fauna  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Agua           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Paisaje        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Socioeconómico | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Etapas de Proyecto</b>                                | Preparación    | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Construcción   | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                          | Operación      | X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipo de Medida</b>                                    | Preventiva     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                          | Mitigación     | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>No.</b>                                               |                | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Descripción de la Medida</b>                          |                | Generación de empleos indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Acción o mecanismo para su realización</b>            |                | La necesidad de servicios diversos y suministros durante las diferentes etapas del proyecto generara de manera indirecta oportunidades de trabajo para prestadores de servicios, proveedores, técnicos especializados y personal operativo; lo cual generara una derrama económica en el ámbito local. Así mismo, el funcionamiento de este proyecto provocara la necesidad de aumentar la red de transporte de productos, los puntos de venta, las exportaciones, la producción de lechones, de alimento porcícola, entre otros. |
| <b>Duración / Momento de ejecución</b>                   |                | Durante todas las del proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Supervisión de cumplimiento</b>                       |                | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Corrección y ajuste en caso necesario</b>             |                | En el caso de esta medida únicamente se hará la recomendación de contratación de servicios y mano de obra local.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Efecto esperado</b>                                   |                | Provocar un aumento en la derrama económica en la población local y detonar el aumento en la producción de otras instalaciones y servicios relacionados con el presente proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Registro de cumplimiento/Documentación de soporte</b> |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



### **Mitigación de los impactos residuales**

El impacto residual se define como el efecto que permanece en el ambiente después de aplicarse las medidas de prevención y mitigación. Considerando esta definición, los impactos residuales que serán ocasionados por la realización del presente proyecto son los siguientes:

- **Pérdida de la cobertura vegetal las áreas constructivas del predio.** Esto es debido a la permanencia de vías de acceso, caminos interiores e infraestructura. Para contrarrestar este impacto se mantendrá la vegetación nativa de la superficie restante del predio (superficie no constructiva) y se designará una parte del predio como área de crecimiento futuro. Las áreas que serán desmontadas serán delimitadas visualmente mediante banderolas o cintas de señalización para limitar el acceso de las zonas sin desmonte; también se concientizará al personal.
- **Impermeabilización del suelo en las áreas constructivas.** Esto es debido al establecimiento de vías de acceso, caminos interiores, edificios, áreas de maniobra y demás infraestructura. Se construirá dentro de las áreas proyectadas y se instalará un sistema de drenaje pluvial que ayudará a mitigar el efecto de impermeabilización del suelo.
- **Descarga de aguas residuales tratadas.** Se tendrá generación y disposición de aguas residuales sanitarias, de servicios y de procesos las cuales serán tratadas mediante un sistema con tecnología moderna (PTAR), asegurando el cumplimiento de los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 en las descargas, mismas que serán dispuestas mediante inyección en los pozos de descarga que sean autorizados para este fin. Las aguas de suavizadores serán dispuestas a los pozos de absorción que serán autorizados para este fin.
- **Emisiones a la atmosfera.** Se realizarán acciones de control para que las fuentes emisoras de contaminantes a la atmosfera cumplan con la normatividad vigente.
- **Residuos biológicos infecciosos.** Las generaciones de los residuos de este tipo estarán bajo un constante monitoreo, esto con el fin de evitar contaminación, se realizará acciones de control para poder cumplir con esta mitigación.



### **VI.3. Conclusiones**

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación y análisis de los impactos que se generarán en el sistema ambiental por la realización del presente proyecto y los factores que se relacionan con este, se emiten las siguientes observaciones concluyentes:

- Casi la totalidad de los impactos adversos será prevenida o mitigada mediante la aplicación de las medidas de prevención y mitigación.
- Básicamente, los únicos impactos residuales que persistirán por el desarrollo del proyecto son la pérdida de cobertura vegetal en el sitio, la generación de aguas residuales, así como impermeabilización del suelo en áreas constructivas, sin embargo, éstos pueden ser mitigados.
- La incorporación de infraestructura moderna y avanzadas tecnologías en el diseño, construcción y en la fase de operación del proyecto tienen incidencia en la prevención y mitigación de diversos impactos, especialmente los relacionados con el factor agua.
- El proyecto es compatible con lo señalado en los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial.
- La realización del proyecto generará múltiples beneficios en la economía local y regional (empleos directos e indirectos, derrama económica en las localidades aledañas al sitio y en la región).
- La implementación de supervisión de seguimiento de las medidas preventivas y de mitigación para cada etapa del proyecto procurará el cumplimiento de las medidas propuestas y también de las condicionantes que sean emitidas por la autoridad, así mismo promueve un adecuado desempeño ambiental del proyecto y disminuye las posibilidades de ocurrencia de los impactos o los minimiza.
- Mediante el mantenimiento periódico de los equipos se verificará que estos cumplan con los límites máximos permisibles



**Conclusión.** Por lo anterior, se concluye que la realización del presente proyecto resulta ambientalmente viable siempre que se realice con la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio, además de las condicionantes que emita la autoridad.

#### **VI.4. Bibliografía**

##### **Recursos de la Internet**

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitio oficial en internet. URL: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Sitio oficial en internet. URL: [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)
- Enciclopedia de municipios libres URL: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/yucatan/municipios/31048a.htm>
- Evaluación de paisaje. URL: [www.e-seia.cl/archivos/06\\_Anexo\\_B\\_Evaluacion\\_de\\_paisaje.pdf](http://www.e-seia.cl/archivos/06_Anexo_B_Evaluacion_de_paisaje.pdf)
- Instituto Nacional de Ecología (INE) Sitio oficial en internet– Dinámica de cambio de uso de suelo 1976 – 2000. URL: [http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/dinamica\\_1976\\_2000.pdf](http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/dinamica_1976_2000.pdf)
- Instituto nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Sitio oficial en internet. URL: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- National Hurricane Center – NOAA. Sitio oficial en internet. URL: <http://www.nhc.noaa.gov/>
- Parrilla E., J. Márquez y V. Rodríguez. Establecimiento de la fragilidad del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N. de la breña y marismas del barbeta, Cádiz, España. [www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico.../099.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico.../099.pdf) Similares
- Plan General de Ordenación Urbanística de Marbella. Memorias de información. Inventario y diagnóstico ambiental, Paisaje. [www.marbella.es/ayuntamiento/index.php?option=](http://www.marbella.es/ayuntamiento/index.php?option=)



- Secretaría de Desarrollo urbano y Medio ambiente del Estado de Yucatán. (SEDUMA) Bitácora Ambiental. Sitio oficial en internet. URL: <http://www.bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/>
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Los suelos de México. URL: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen/03\\_suelos/cap3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html)
- Servicio Meteorológico Nacional – Temperatura y precipitación. URL: [http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=77](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77)

### **Publicaciones científicas y literatura especializada**

- Aguilar-Duarte, Yameli (2005). "Los suelos de Yucatán como reactores naturales para el tratamiento del agua residual porcina". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 73 pp.
- Bautista Z.F., Batllori S.E., Ortiz P.M.A., Palacio A.G. y Castillo M. "Geoformas, agua y suelo en la Península de Yucatán". En: Naturaleza y sociedad en el área maya. Patricia Colunga y Alfonso Laarqué (Editores). Academia Mexicana de Ciencias y Centro de Investigación Científica de Yucatán. México.
- Bautista, F., D. Palma, W. Huchin (2005). "Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán". Pp. 105- 122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. P. 282.
- Cervantes, A. (2007). "El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán". Teoría y Praxis.
- CONAGUA. "Estadísticas del Agua en México 2008". Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008.
- Diario oficial de la Federación. Decreto número 792 y 793. 26 de julio 2007. Programa de ordenamiento ecológico territorial de Yucatán.



- Duch, G. J. (1988). "La conformación territorial del estado de Yucatán". Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán. Texcoco, México.
- Escolero, O. A., Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J. (1999). "Delimitation of a hydrogeological reserver for a city within a karstic aquifer: the Mérida, Yucatán example". Landscape and urban planning. ELSEVIER.
- Miranda, F. (1958). "Rasgos fisiográficos de interés para los estudios biológicos". En: Beltrán, E. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. México DF.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB (2007). "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo". Primera Actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.



## **CAPITULO VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS**

Habiendo analizado en capítulos anteriores del presente estudio las características del proyecto y sus posibles impactos, así como la proposición de medidas de mitigación, a continuación se realiza una proyección del escenario que permita tener una aproximación al resultado de la acción de estas medidas sobre los impactos más relevantes que puedan generarse por la realización del proyecto.

Debe tenerse en cuenta que el proyecto es viable de acuerdo con las políticas de usos del suelo y de desarrollo que rigen el sitio pretendido para su realización.

### **Dinámica ambiental Impactos-Autorregulación**

Se prevé que los impactos que puedan ser generados por el desarrollo del presente proyecto en sus diferentes etapas, sean plenamente prevenibles o mitigables mediante la adopción y seguimiento de las medidas de mitigación propuestas, sin menoscabo de aquellas condicionantes a las cuales se sujete el proyecto por parte de la autoridad competente.

Es de esperarse que se genere una dinámica entre los impactos ambientales, especialmente aquellos de mayor relevancia con los mecanismos de autorregulación (medidas de prevención y mitigación), y la estabilización de los ecosistemas.

- **Proceso de cambio de uso de suelo: etapa constructiva**

Derivado de este proceso se prevén impactos relevantes. A continuación se describe de manera general la dinámica del cambio de uso de suelo (CUS) con las medidas de autorregulación propuestas y como ocurriría la estabilización del sistema:



**1. Impacto:** Disminución de la cobertura vegetal en las áreas sujetas a Cambio de uso de suelo y afectación de la permeabilidad del suelo en las áreas constructivas.

- a. **Mecanismos de autorregulación:** El confinamiento de la remoción de la vegetación forestal únicamente dentro de las áreas sujetas a CUS, previa autorización por parte de la SEMARNAT, respetando las áreas vegetadas ubicadas alrededor de las áreas constructivas, mitigará los efectos que pudiera ocasionar la pérdida de la cobertura vegetal, como es la pérdida de hábitat para la fauna y evitara afectar la permeabilidad del suelo en una superficie mayor de manera innecesaria.
- b. **Estabilización del ecosistema:** Al no remover la vegetación circundante al área autorizada para CUS, esta continúa desarrollándose de manera natural, ofreciendo disponibilidad de hábitat para la fauna del lugar; así mismo, derivado del programa de rescate de flora, existe una alta tasa de sobrevivencia de las plantas rescatadas. Además, debido a que la ocupación de la superficie del terreno fue únicamente la necesaria para las instalaciones, las áreas con vegetación natural circundantes funcionan como superficie de captación e infiltración de agua pluvial, promoviendo la recarga del acuífero.

**2. Impacto:** Pérdida de suelo.

- a. **Mecanismos de autorregulación:** El confinamiento de la remoción de la cobertura vegetal únicamente dentro de las áreas autorizadas, así como la restricción del tránsito de vehículos, maquinaria y personal en las áreas constructivas, minimizarán la pérdida del suelo por erosión y, mediante acciones preventivas, evitarán su deterioro por contaminación; así mismo, la recuperación de los materiales producto del desmonte y despalme y su reintegración al suelo, promueve su regeneración.

Al utilizar únicamente materiales pétreos de proveedores o bancos de materiales con autorización en materia ambiental para su aprovechamiento,





se evitará contribuir al deterioro del suelo por extracción no autorizada en sitios fuera del proyecto.

- b. **Estabilización del ecosistema:** Debido a que la ocupación de la superficie del terreno fue únicamente la necesaria para las instalaciones, se mantiene el suelo en las áreas con vegetación natural circundantes. Así mismo, se evitó el deterioro del suelo por extracción de materiales pétreos en sitios no autorizados fuera del proyecto.

- **Etapas de operación**

Derivado de las actividades de operación del proyecto, se consideran otros impactos también relevantes. A continuación se describe de manera general la dinámica del cambio de uso de suelo con las medidas de autorregulación propuestas y como ocurriría la estabilización del sistema:

**3**

**1. Impacto:** Contaminación al acuífero por descarga de aguas residuales.

- a. **Mecanismos de autorregulación:** Al dar tratamiento a las aguas residuales generadas, a través de un sistema de tratamiento por biodigestión (biodigestor), se asegura dar cumplimiento de los parámetros de descarga establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 o las condiciones particulares de descarga contenidas en el Título de concesión emitido por CONAGUA, permitiendo ser usadas para riego en vegetación forestal en un área designada para este fin, de acuerdo con los requerimientos hídricos de la vegetación.
- b. **Estabilización del ecosistema:** No hay presencia de contaminantes a un nivel por encima de los límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 en el agua del subsuelo, provenientes de las aguas residuales tratadas.

**2. Impacto:** Emisiones a la atmosfera.

- a. **Mecanismos de autorregulación:** Se verifica que los equipos generadores de emisiones a la atmosfera cumplan con los límites máximos permisibles por la normatividad aplicable mediante la utilización de equipos calibrados y la realización de actividades de mantenimiento periódico, así como el monitoreo de emisiones.
- b. **Estabilización del ecosistema:** La calidad del aire no se ve comprometida ni deteriorada por las emisiones generadas.

**3. Impacto:** Generación de residuos.

- a. **Mecanismos de autorregulación:** Se cuenta con infraestructura y personal para el manejo y almacenamiento temporal de residuos según su tipo; los residuos son dispuestos en sitios autorizados según su tipo y de acuerdo con la normatividad aplicable; en el caso de los residuos peligrosos, será mediante empresas autorizadas por SEMARNAT.
- b. **Estabilización del ecosistema:** Se previene o minimiza el deterioro del suelo y manto freático por contaminación.

**4**

Este balance general nos permite comprender que, con la correcta aplicación de las medidas mitigación propuestas en el presente estudio, el proyecto puede ser correctamente integrable con el medio ambiente, equilibrando los impactos adversos que serían generados.

**Pronostico del escenario**

Como se encuentra descrito en capítulos previos del presente estudio, el sitio en el cual se ubicara el proyecto comprende un sistema ambiental conformado por suelo de tipo Luvisol crómico, cuya geomorfología corresponde a las Planicies estructurales en alternancia con lomeríos, siendo básicamente plana con formaciones rocosas, y está ubicada dentro del área geohidrológica denominada planicie interior, con clima

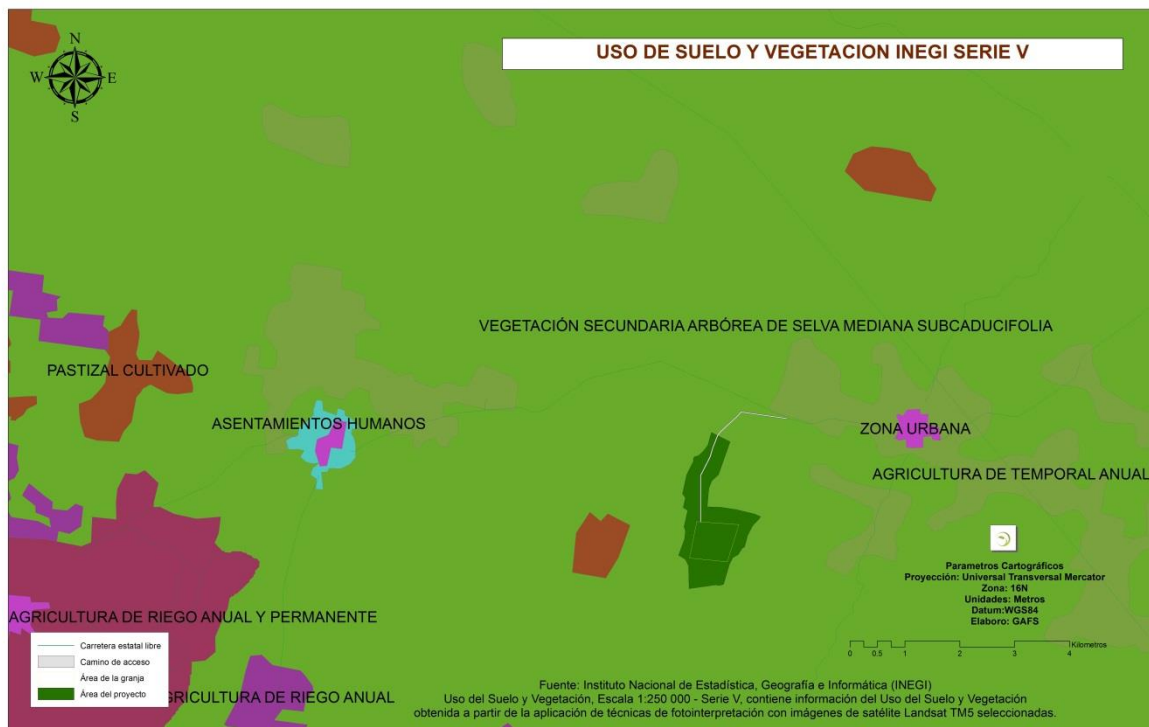


predominante cálido subhúmedo con lluvias en verano, y presenta vegetación de tipo secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia, en terrenos previamente aprovechados en actividades agropecuarias.

Analizando la carta de usos de suelo y vegetación Serie V del INEGI, en el área del predio del proyecto ocurre la vegetación de tipo secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia, esta puede deberse a la existencia de actividades agropecuarias previas en la zona; así mismo, indica que áreas cercanas al predio existen diversos usos de suelo, formando una matriz. Estos usos de suelo son de agricultura de temporal anual y de pastizal cultivado.

La presencia en esta matriz de áreas con usos de suelo originados por actividades antropogénicas puede ser un indicador de que paulatinamente se está modificando la cobertura vegetal en esta porción de territorio municipal.

**5**



**Figura 1.** Cartografía de usos de suelo y vegetación Serie V (INEGI).



Congruente con lo anteriormente señalado, al realizar un análisis de la zona con apoyo de imágenes satelitales disponibles mediante el software *Google earth*, una de 2011 y otra de 2015, analizando la cobertura vegetal del sitio del proyecto y áreas colindantes se puede observar la presencia de cambios en la cobertura vegetal natural (bordeados con una línea de color azul), al parecer por actividades agropecuarias.



6

**Figura 2.** Cobertura vegetal en el sitio del proyecto y colindancias (imagen satelital de abril de 2011, Google earth).



**Figura 3.** Cobertura vegetal en el sitio del proyecto y colindancias. Se observan algunos parches desprovistos de vegetación (bordeados en color azul). (imagen satelital de septiembre de 2015, Google earth)

**7**

Considerando estos antecedentes y la presencia de actividades de origen antropogénico (principalmente actividades agropecuarias) en la zona en que se encuentra el predio del proyecto, es posible detectar cambios en el entorno natural a lo largo del tiempo, derivados de la actividad antropogénica. Esta actividad ha venido modificando en mayor o menor medida la distribución de la cobertura vegetal.

Analizando la información ya señalada, considerando que población en las localidades del municipio de Tekax se caracteriza por percibir menos de dos salarios mínimos o sin ingresos (más del 90%) y la población sustenta su economía en actividades primarias<sup>1</sup> (agricultura, forestería, ganadería, caza), es válido suponer que continuara habiendo un avance de la frontera agropecuaria, lo cual se corrobora con las imágenes anteriormente presentadas en el presente capítulo.

<sup>1</sup> Oscar Frausto, Thomas Ihl, Justo Rojas, Steffi Goldacker, Geiser Chale, Steffen Giese, Jobst Wurl, Pilar Careaga y Rubén Bacab. Áreas susceptibles de riesgo en localidades de pobreza extrema en el sur de Yucatán- Teoría y Praxis, ISSN 1870-1582, N°. 2, 2006, pags. 87-103).





Por lo tanto debe considerarse que está latente la posibilidad de que la vegetación en las colindancias del predio sufra modificaciones generadas por actividades agropecuarias y otras de origen antropogénico.

En este sentido, el proyecto pretendido de desarrollar considera una serie de medidas de mitigación propuestas, con cuya adopción y seguimiento se puede visualizar un escenario ambientalmente favorable que no impactará relevantemente el sistema natural, en su área de influencia y en la zona en que será desarrollado.

Por el contrario, se prevé que con su realización el proyecto traerá diversos beneficios socioeconómicos para la población de las localidades cercanas al sitio, pues directa o indirectamente será una fuente de empleo y generará una derrama económica en la zona, debido a los requerimientos de mano de obra operaria y personal especializado; así como la necesidad de servicios externos especializados. Esto es congruente con los objetivos y estrategias del Programa Sectorial del Desarrollo Económico y Fomento al Empleo del Gobierno del Estado de Yucatán.

Para el municipio de Tekax, esto es de gran relevancia pues cuenta con 70 localidades, catalogadas como de marginación muy alta y alta en un municipio de media marginación, según el Programa para el desarrollo de zonas prioritarias de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Así mismo, por su naturaleza el proyecto tiene como objetivo incrementar la capacidad de producción del Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V. (GPM), mediante la reproducción de cerdos para engorda que surtirán las granjas del Grupo, mismos que finalmente serán procesados en su planta procesadora para la producción de cárnicos destinados a cubrir una creciente demanda de estos productos en el mercado nacional e internacional. De tal modo, el presente proyecto contribuirá al desarrollo de la agroindustria cárnica, aportando al fortalecimiento económico e industrial en el estado.



Muestra de ello es la puesta en marcha, en fechas anteriores, por parte de GPM de las plantas de producción Kinchil I y II, como parte de la primera etapa del proyecto de Grupo KUO S.A.B. de C.V. para consolidar al sector agroindustrial yucateco y apuntalar la exportación hacia Japón, Corea del Sur, Estados Unidos, Canadá y Hong Kong. (SAGARPA, 2015)

Esto es congruente con los objetivos y estrategias planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018 y el Programa Sectorial del Desarrollo Económico y Fomento al Empleo, que señalan entre otras cosas lo siguiente:

**Inversiones y desarrollo industrial.** Será prioritario incrementar la competitividad, la conectividad y hacer más eficiente la regulación; tales factores son requisitos indispensables para lograr atraer mayores inversiones, particularmente en el sector industrial, y con esto, aumentar el valor agregado de la producción, detonar las exportaciones y la generación de empleos mejor pagados.

**Industria y comercio exterior.** Acciones de gobierno orientadas al impulso de la producción en el estado para incrementar la competitividad de la industria yucateca, implementando mejoras tecnológicas a fin de acceder a mercados internacionales. La principal ventaja la constituye la creación de nuevas fuentes de trabajo. El crecimiento de las exportaciones es un elemento del cual depende el desarrollo de la industria, misma que a su vez condiciona el crecimiento económico de un país. Un volumen alto de exportaciones es considerado bueno para el estado, en consecuencia, la economía se traducirá en más empleo y demanda externa de productos nacionales.

Fortalecer el desarrollo del sector industrial local como fuente generadora de empleos de alto valor.

Fomentar la creación de mecanismos que mejoren la comercialización internacional.



**Agroindustria.** Incrementar el desarrollo agroindustrial: Incrementar la inversión privada, promoviendo a Yucatán como punto de comercio, agroturismo, industrialización y tecnificación de la producción primaria, para generar mayores empleos en el medio rural.

## **VII. 2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Para garantizar la adopción de las medidas propuestas para el presente proyecto, debe establecerse un sistema de seguimiento para vigilar su cumplimiento y para realizar para realizar las correcciones necesarias.

Es importante señalar que la información sobre las acciones de vigilancia de cumplimiento se encuentra integrada en la información plasmada para cada medida de mitigación propuesta en el capítulo 6 en el presente estudio para las distintas etapas del proyecto.

### **Objetivo**

**10**

El principal objetivo es garantizar la adopción y seguimiento de las medidas cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas; así como establecer los procedimientos para realizar las correcciones y adecuaciones necesarias.

Como ya se mencionó, esto es sin menoscabo de las condicionantes que las autoridades competentes sujeten al proyecto en el oficio resolutivo que sea expedido.

Otros puntos que considera el establecimiento de un programa de vigilancia son:

- Evitar o disminuir impactos no previstos.
- Definir estrategias para abordar los diferentes impactos ambientales generados.
- Definir indicadores para medir cuantitativa o cualitativamente el cumplimiento de las medidas de mitigación.
- Establecer metas pretendidas de alcanzar con las estrategias propuestas.
- Establecer la programación general de las actividades derivadas de las estrategias propuestas.





### **Estrategia de seguimiento: Supervisión ambiental**

La supervisión ambiental del proyecto es la principal estrategia para vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

En el presente estudio, la supervisión ambiental forma parte de las medidas de mitigación propuestas.

Con la supervisión ambiental se promoverá la verificación y vigilancia de la aplicación de las medidas de mitigación descritas previamente para las diferentes etapas del proyecto; no obstante, esta estrategia adquiere mayor relevancia durante el proceso de cambio de uso de suelo, pero deberá considerarse en la medida que le aplique también en la etapa de operación del proyecto.

**11**

### **Actividades de supervisión ambiental**

De manera general, en la realización de la supervisión ambiental deberá contemplar las siguientes actividades de vigilancia durante diferentes etapas del proyecto:

**Concientización ambiental.** Se brindarán pláticas de capacitación y concientización ambiental al personal que labore en el sitio del proyecto. Informándoles sobre las medidas de prevención y mitigación ambiental, así como de las condicionantes emitidas por las autoridades competentes, para el presente proyecto.

**Realizar recorridos en campo.** De manera periódica se realizará recorridos en el área del proyecto, para verificar y constatar que se apegue a las medidas de mitigación propuestas, durante el desarrollo de las actividades.



**Llevar una bitácora de supervisión ambiental.** Sirve como herramienta para el registro de las actividades relacionadas con las medidas de mitigación y cualquier acontecimiento que ocurran durante el desarrollo del proyecto. El supervisor deberá llevar una bitácora de rescate de flora y de fauna, y ya que el proyecto involucra el cambio de uso de suelo forestal, deberá llevarse una bitácora específicamente para el registro de las actividades y avances del desmonte.

**Generar evidencia fotográfica en campo.** El registro fotográfico viene a complementar ampliamente el llevado de la bitácora de supervisión ambiental. Son las herramientas principales de apoyo para generar de evidencia en campo.

**Documentación de soporte.** Son documentos comprobatorios (originales o fotocopias simples) que deberá solicitar al promovente y/o a las empresas laborando dentro del proyecto la documentación de soporte que sea necesaria para generar evidencia de cumplimiento de las medidas de mitigación. Algunos ejemplos de documentos de soporte o probatorios son: Comprobantes de la disposición de residuos en sitios autorizados, manifiestos de la disposición final de residuos peligrosos, comprobantes de renta de letrinas y su mantenimiento, entre otros.

**Coordinación con el promovente.** Ya sea directamente con el promovente o a través del responsable de obra, deberá mantenerse comunicación fluida, informándole de las observaciones realizadas y registros en la bitácora. Indicándole cuando sea necesaria alguna acción para la prevención o minimización de impactos ambientales durante los trabajos a realizar.

**Informes de la supervisión ambiental.** Parte de las actividades de la supervisión ambiental consiste en la realización de reportes e informes de seguimiento tanto de manera interna como para su posterior entrega ante las autoridades competentes.

**Consideraciones**

Algunas consideraciones a contemplar son:

La supervisión ambiental durante la construcción del sitio será realizada por personal calificado con experiencia en la materia.

**III. Indicadores**

Los indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas podrán ser medibles cuantitativamente o cualitativamente.

A continuación se presenta una serie de indicadores de manera general:



**Tabla 1.** Indicadores de uso general que evidencian el cumplimiento de las medidas de mitigación, pudiendo ser medibles cualitativamente.

| INDICADOR DE CUMPLIMIENTO                                                                                                                                | GRADO DE CUMPLIMIENTO                                                                      |                                                                          |                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                          | Incumple                                                                                   | Parcial                                                                  | Cumple                                                                                                                                  |
| Libre de fugas o derrames de aguas residuales.                                                                                                           | Existen fugas.                                                                             | -                                                                        | No hay fugas.                                                                                                                           |
| Libre de fugas de agua.                                                                                                                                  | Existen fugas.                                                                             | -                                                                        | No hay fugas.                                                                                                                           |
| Sin evidencia de fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores.                                                                                  | Existe fecalismo.                                                                          | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No existe fecalismo.                                                                                                                    |
| Sin evidencia de tránsito de vehículos y maquinaria pesada fuera de las áreas a desmontar.                                                               | Existe evidencia de tránsito fuera del área a desmontar.                                   | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No existe evidencia de tránsito fuera del área a desmontar.                                                                             |
| Los residuos de desmonte y despálme se encuentran debidamente apilados o son troceados y dispersados en áreas no constructivas como mejorador del suelo. | Se observan estos residuos fuera del área que se designe para el acopio de estos residuos. | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | Estos residuos se encuentran debidamente acopiados en el área designada para ellos o se encuentran troceados y dispersados en las áreas |



|                                                                                                                                                                  |                                                                                         |                                                                          |                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                  |                                                                                         |                                                                          | no constructivas.                                                                                                               |
| Se cuenta con los comprobantes documentales de la legal procedencia de los materiales pétreos.                                                                   | No existen comprobantes.                                                                | Existen comprobantes pero no avalan la totalidad de los materiales.      | Existen comprobantes para la totalidad de los materiales.                                                                       |
| Sin evidencia visible de sustancias y residuos peligrosos (pinturas, grasas, aceites, aditivos, hidrocarburos, químicos, sólidos impregnados, etc.) en el suelo. | Se observa evidencia de estos en el suelo.                                              | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No se observa evidencia de estos en el suelo.                                                                                   |
| No se observan residuos (peligrosos y no peligrosos) dispersos o dispuestos inadecuadamente en el área del proyecto y colindancias inmediatas.                   | Se observan residuos dispersos o dispuestos inadecuadamente en el sitio y colindancias. | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No se observan residuos dispersos en el sitio y colindancias. Se envían regularmente a sitios de disposición final autorizados. |
| Comprobantes de la adecuada disposición final de los residuos en sitios autorizados (sólidos y líquidos, peligrosos y no peligrosos).                            | No se tienen comprobantes.                                                              | Se tienen comprobantes pero no avalan la totalidad de los residuos.      | Se tienen comprobantes por la totalidad de los residuos.                                                                        |
| Existe infraestructura para el                                                                                                                                   | No existen                                                                              | Existen contenedores pero no son                                         | Existen contenedores.                                                                                                           |



|                                                                                                                                                    |                                                                                           |                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| almacenamiento temporal de residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos).                                                                          | contenedores. No existen almacenes.                                                       | suficientes o no se utilizan adecuadamente. Existen almacenes pero no son suficientes o no se utilizan adecuadamente.                                          | Existen almacenes.                                                                                                       |
| Existe infraestructura para el manejo, tratamiento y/o almacenamiento temporal de residuos líquidos (aguas residuales).                            | No existen letrinas o tanques de almacenamiento. No existe Biodigestor.                   | Existen letrinas o tanques de almacenamiento pero no se utilizan apropiadamente y/o no se les da mantenimiento regular. Existe Biodigestor pero es deficiente. | Existen letrinas o tanques de almacenamiento. Existe Biodigestor que funciona de manera eficiente.                       |
| Permanecen en el predio del proyecto áreas con vegetación natural fuera de los límites de las áreas autorizadas para Cambio de Uso de Suelo (CUS). | Se han transgredido los límites de las áreas autorizadas para CUS y derribado vegetación. | Se ha realizado alguna acción de correctiva pero se causó afectación a la cobertura vegetal fuera del área autorizada para CUS.                                | Permanece la vegetación intacta fuera de los límites de las áreas autorizadas para CUS, estos no han sido transgredidos. |
| Se cuenta con los permisos necesarios en materia ambiental para la realización de las actividades del proyecto.                                    | No se cuenta con los permisos.                                                            | Aún no están aprobados o no están completos.                                                                                                                   | Se cuenta con los permisos.                                                                                              |



|                                                                                                                               |                                                                                        |                                                                          |                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| No se observa la realización de mantenimiento mayor dentro del sitio del proyecto.                                            | Ocurren intervenciones de mantenimiento mayor en el sitio.                             | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No ocurren intervenciones de mantenimiento mayor en el sitio.    |
| No se aprecia emisión excesiva de ruido a la atmosfera generado por las actividades del proyecto.                             | Se percibe exceso de ruido en el sitio.                                                | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No se percibe exceso de ruido en el sitio.                       |
| No se aprecia emisión excesiva de humos a la atmosfera generado por las actividades del proyecto.                             | Se percibe exceso de humo en el sitio.                                                 | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No se percibe exceso de humo en el sitio.                        |
| No se aprecia emisión excesiva de polvos a la atmosfera generado por las actividades del proyecto.                            | Se percibe exceso de polvo en el sitio.                                                | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | No se percibe exceso de polvo en el sitio.                       |
| Se observa que el transporte de residuos y de materiales a bordo de camiones se realiza embolsados y/o con la carga cubierta. | El transporte de estos residuos y materiales se realiza al descubierto o sin embolsar. | Se ha realizado alguna acción de control pero el problema es recurrente. | Los residuos y materiales se transportan cubiertos o embolsados. |
| Han sido rescatados y reubicados los                                                                                          | No se han rescatado                                                                    | Se han rescatado y reubicado                                             | Se ha rescatado y                                                |



|                                                                                                           |                                                               |                                                                                                           |                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ejemplares de flora silvestre de las áreas a desmontar.                                                   | y reubicado los ejemplares seleccionados.                     | algunos pero aún permanecen otros en el área a desmontar.                                                 | reubicado el 100% de los ejemplares seleccionados.                   |
| Han sido rescatados y, en su caso, reubicados los ejemplares de fauna silvestre de las áreas a desmontar. | No se han rescatado y reubicado los ejemplares seleccionados. | Se han rescatado y reubicado algunos pero aún permanecen otros en el área a desmontar o áreas de trabajo. | Se ha rescatado y reubicado el 100% de los ejemplares seleccionados. |



**IV. Metas**

Con el seguimiento de las medidas de mitigación propuestas para la realización del proyecto, no se producirán impactos ambientales significativos al sistema ambiental en el sitio del proyecto y su área de influencia.

**V. Cronograma de aplicación**

Como se mencionó previamente, la duración de la etapa constructiva del presente proyecto tendrá una duración total de 2 años, dividida en 2 fases o etapas, periodo de tiempo durante el cual se deberá aplicar el programa de vigilancia ambiental.



**Tabla 2.** Cronograma aplicación del programa de vigilancia ambiental acorde al cronograma de actividades de construcción del proyecto, cuya duración total será de 2 años.

| MEDIDAS PROPUESTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | PREPARACIÓN DEL SITIO |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    | CONSTRUCCIÓN |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    | OPERACIÓN |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|--------|---|----|----|----|--------------|---|---|---|---|---|---|--------|---|----|----|----|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | BIMESTRES             |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    | BIMESTRES    |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    | BIMESTRES |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FASE 1                |   |   |   |   |   |   | FASE 2 |   |    |    |    | FASE 1       |   |   |   |   |   |   | FASE 2 |   |    |    |    |           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1                     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8      | 9 | 10 | 11 | 12 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8      | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 +      |
| Humectación de superficies para control de la emisión de polvos.                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |           |
| El transporte de materiales de construcción y residuos de desmonte y despalme, deberá realizarse cubriéndolos o humedeciéndolos para evitar su dispersión o emisión de polvos al aire. Los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) deberán ser embolsados y/o cubiertos durante su transporte para evitar su dispersión. |                       |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |           |
| Prohibir la quema de los residuos generados.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |              |   |   |   |   |   |   |        |   |    |    |    |           |

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



### **Responsables del seguimiento del programa de vigilancia ambiental**

**Tabla 3.** Asignación de responsabilidades en el seguimiento del programa de vigilancia ambiental.

| <b>RESPONSABLE</b>                                                                 | <b>RESPONSABILIDAD</b>                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Promovente.</b>                                                                 | <b>Cumplimiento</b> de las medidas propuestas.                                                              |
| <b>Promovente, mediante las empresas trabajando dentro del sitio del proyecto.</b> | <b>Ejecución</b> de las actividades para la realización de las medidas.                                     |
| <b>Promovente, mediante la Supervisión ambiental externa.</b>                      | <b>Vigilancia</b> del cumplimiento de las medidas durante la etapa de preparación del sitio y construcción. |
| <b>Promovente, mediante su área de Gestión ambiental.</b>                          | <b>Vigilancia</b> del cumplimiento de las medidas durante la etapa de operación.                            |

## **VII.3. CONCLUSIONES**

### **Balance Impacto-Desarrollo**

Previo a concluir el presente estudio, analizando la información contenida en capítulos anteriores, se realizará a continuación un balance Impacto-Desarrollo para poder emitir una acertada conclusión sobre su viabilidad ambiental y social, señalando los beneficios que podrían ser generados con la realización del proyecto y su importancia en la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas presentes y aledaños al sitio donde este será establecido.



**Tabla 4.** Balance impacto-Desarrollo. Análisis de los beneficios del proyecto y su importancia en la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas presentes y aledaños al sitio donde este será establecido.

| ECOSISTEMA PRESENTE                                                       | PROCESOS NATURALES QUE PUEDAN VERSE MODIFICADOS                                                             | EFFECTOS DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN                                                                                                                                                           | BENEFICIOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vegetación de tipo secundaria arbórea derivada de selva baja caducifolia. | La conectividad del paisaje, la integridad de la cobertura vegetal y la distribución de la flora silvestre. | Promover la permanencia de la vegetación fuera de las áreas constructivas minimizara la pérdida de la cobertura vegetal, lo cual favorece la dispersión de la fauna silvestre y del germoplasma. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda vez que el proyecto considera la proposición de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos que pudiesen generarse por la realización del mismo, se prevé que estos serán prevenidos o mitigados casi en su totalidad.</li> <li>• Del proceso de cambio de uso de suelo, el impacto más relevante es la pérdida de la cobertura vegetal en el área que sea autorizada; sin embargo, este impacto será mitigado adoptando las medidas de mitigación propuestas, evitando la remoción de la vegetación en áreas no</li> </ul> |
|                                                                           | Distribución de la fauna silvestre.                                                                         | La permanencia de las áreas con vegetación alrededor de las instalaciones promoverá la dispersión de la fauna silvestre en el sitio.                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |





|  |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Permanencia del recurso suelo. | Con la remoción de la vegetación únicamente en las áreas proyectadas para construcción se promoverá la permanencia de áreas que eviten la erosión del suelo.                                                                                                                                                                                                 | <p>constructivas del predio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De todos los impactos adversos derivados del proceso de cambio de uso de suelo, únicamente persistirá la eliminación de cobertura vegetal en las áreas autorizadas y la disminución de la permeabilidad del suelo por el establecimiento de infraestructura en las áreas constructivas; sin embargo, estos impactos residuales son altamente mitigables.</li> </ul>                                                                                     |
|  | Permeabilidad del suelo        | Con la remoción de la vegetación únicamente en las áreas proyectadas para construcción se promoverá la permanencia de áreas que promuevan la recarga del acuífero. La instalación de drenaje pluvial en las áreas constructivas del proyecto contrarrestarán la impermeabilización del suelo en las superficies construidas, al permitir la infiltración del | <ul style="list-style-type: none"> <li>La adopción y seguimiento de las medidas de mitigación propuestas, mediante la supervisión ambiental del proyecto en cada etapa garantizará el cumplimiento de las mismas, así como también el cumplimiento de las condicionantes ambientales que en su momento sean emitidas por la autoridad competente. De este modo, se procura minimizar la ocurrencia de dichos, promoviendo el equilibrio ambiental del proyecto.</li> <li>Se promoverá el cumplimiento de los límites</li> </ul> |



|  |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                   | agua pluvial al manto freático.                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  | Depuración de contaminantes en el manto freático. | Al contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales por biodigestión (biodigestor) se disminuye la carga orgánica contaminante de las aguas residuales hasta niveles permisibles por la NOM-001-SEMARNAT-1996; evitando la acumulación excesiva de contaminantes en el manto freático. | <p>máximos de emisiones a la atmosfera acorde a la normatividad aplicable, indirectamente mediante la adquisición de maquinaria y equipo calibrados, la realización de mantenimiento periódico y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas y, así mismo, se promoverá un manejo y disposición adecuada de los distintos tipos de residuos que sean generados en cada etapa del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de infraestructura y tecnología de vanguardia en el diseño del proyecto, repercutirá en la minimización de posibles impactos en la operación del proyecto.</li> <li>• En el ámbito socioeconómico es donde el proyecto refleja sus mayores bondades, ya que generara beneficios a la economía local y en el estado. Esto es debido a la necesidad de contratación de personal y de servicios durante la realización de cada etapa, generando empleos</li> </ul> |



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>directos e indirectos. Esto provocara una derrama económica en las localidades cercanas al sitio y también en la región. Estos beneficios socioeconómicos son relevantes en un municipio como Tekax ya que es considerado como un municipio de media marginación que presenta un gran número de localidades con marginación muy alta y alta (Programa para el desarrollo de zonas prioritarias, SEDESOL).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto es viable de acuerdo con las políticas de uso de suelo y los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial.</li> </ul> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



## **Conclusión**

Habiendo realizado un análisis impacto-desarrollo , observando los resultados de la evaluación y análisis de los impactos ambientales y la factibilidad de prevenirlos o mitigarlos con las medidas de mitigación propuestas para los factores que deberán atenderse en relación con dichos impactos, así como la incorporación infraestructura y tecnología de vanguardia en el diseño del proyecto, se puede concluir que la realización del presente proyecto es **ambientalmente viable**, siempre y cuando se dé cumplimiento a dichas medidas de mitigación propuestas, además de las condicionantes a las que la autoridad sujete el proyecto.

## **Bibliografía**

### **Recursos en Internet**

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitio oficial en internet. URL: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Sitio oficial en internet. URL: [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)
- Enciclopedia de municipios libres URL: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/yucatan/municipios/31048a.htm>
- Evaluación de paisaje. URL: [www.e-seia.cl/archivos/06\\_Anexo\\_B\\_Evaluacion\\_de\\_paisaje.pdf](http://www.e-seia.cl/archivos/06_Anexo_B_Evaluacion_de_paisaje.pdf).
- Gobierno del estado de Yucatán (2012-2018). Programa Sectorial del Desarrollo Económico y Fomento al Empleo (2013-2018). Secretaria de Fomento Económico. [http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/marco\\_juridico/421daa97bd5abdf085312fd9d4e927.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/marco_juridico/421daa97bd5abdf085312fd9d4e927.pdf).  
<http://www.yucatan.gob.mx/gobierno/ped/PED-2012-2018-Yuc.pdf>.



- Gobierno del estado de Yucatán (2012-2018). Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018. <http://www.yucatan.gob.mx/gobierno/ped/PED-2012-2018-Yuc.pdf>.
- Instituto Nacional de Ecología (INE) Sitio oficial en internet– Dinámica de cambio de uso de suelo 1976 – 2000. URL:[http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/dinamica\\_1976\\_2000.pdf](http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/dinamica_1976_2000.pdf)
- Instituto nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Sitio oficial en internet. URL:[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- National Hurricane Center – NOAA. Sitio oficial en internet. URL: <http://www.nhc.noaa.gov/>
- Parrilla E., J. Márquez y V. Rodríguez. Establecimiento de la fragilidad del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N. de la breña y marismas del barbeta, Cádiz, España. [www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico.../099.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico.../099.pdf) Similares
- Plan General de Ordenación Urbanística de Marbella. Memorias de información. Inventario y diagnóstico ambiental, Paisaje. [www.marbella.es/ayuntamiento/index.php?option](http://www.marbella.es/ayuntamiento/index.php?option).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Boletín electrónico de fecha 23 de abril de 2015. <http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/Paginas/201504B090.aspx>
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Programa para el desarrollo de zonas prioritarias. Gobierno de la Republica. [http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Mas\\_Informacion\\_del\\_Programa](http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Mas_Informacion_del_Programa).
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán. (SEDUMA) Bitácora Ambiental. Sitio oficial en internet. URL: <http://www.bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/>
- Secretaría de Fomento Económico (SEFOE). Municipios del estado de Yucatan. <http://www.sefoe.yucatan.gob.mx/secciones/ver/tekax>
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Glosario de términos. URL: <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/2012-11-06-21-50-20>



- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Los suelos de México. URL:  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen/03\\_suelos/cap3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html)
- Servicio Meteorológico Nacional – Temperatura y precipitación. URL:  
[http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=77](http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77)
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Curso: Implementación de planes de manejo ambiental. 2011. Escuela de Ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente (ECAPAMA), Colombia. URL:  
[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material\\_en\\_linea/leccin\\_35\\_medidas\\_de\\_compensacin.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_35_medidas_de_compensacin.html)

### **Artículos y literatura especializada**

**32**

- Aguilar-Duarte, Yameli (2005). "Los suelos de Yucatán como reactores naturales para el tratamiento del agua residual porcina". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 73 pp.
- Bautista Z.F., Batllori S.E., Ortiz P.M.A., Palacio A.G. y Castillo M. "Geoformas, agua y suelo en la Península de Yucatán". En: Naturaleza y sociedad en el área maya. Patricia Colunga y Alfonso Laarqué (Editores). Academia Mexicana de Ciencias y Centro de Investigación Científica de Yucatán. México.
- Bautista, F., D. Palma, W. Huchin (2005). "Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán". Pp. 105- 122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. P. 282.
- Cervantes, A. (2007). "El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán". Teoría y Praxis.



- CONAGUA. "Estadísticas del Agua en México 2008". Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008.
- Diario oficial de la Federación. Decreto número 792 y 793. 26 de julio 2007. Programa de ordenamiento ecológico territorial de Yucatán.
- Duch, G. J. (1988). "La conformación territorial del estado de Yucatán". Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán. Texcoco, México.
- Escolero, O. A., Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J. (1999). "Delimitation of a hydrogeological reserver for a city within a karstic aquifer: the Mérida, Yucatán example". Landscape and urban planning. ELSEVIER.
- Miranda, F. (1958). "Rasgos fisiográficos de interés para los estudios biológicos". En: Beltrán, E. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. México DF.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB (2007). "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo". Primera Actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.