Manifestación de Impacto Ambiental

Proyecto:
Cogeneración Eficiente "Chada Agricultura"

Promovente:
CHADA AGRICULTURA, S. de R.L. de C.V.

Responsables técnicos:
Biol. Rafael Patiño Pérez
Ing. Liz Marie Tena Utrilla
Ing. Uriel Calte Mendoza

Agosto de 2026

Cogeneración Eficiente “Chada Agricultura”

Manifestación de Impacto Ambiental

https://eco-intell.com/

Índice de contenido

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS....6
ÍNDICE DE IMÁGENES....6
ÍNDICE DE FIGURAS....7
ÍNDICE DE ANEXOS....7
1.0 Datos generales del proyecto....8
1.1 Proyecto....8
1.1.1 Nombre del proyecto....8
1.2 Ubicación del proyecto....8
1.2.1 Dirección....8
1.2.2 Código Postal....9
1.2.3 Municipio....9
1.2.4 Localidad....9
1.2.5 Cuadro de construcción....9
1.3 Promovente....14
1.3.1 Razón social....14
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente....14
1.3.3 Nombre del representante legal....14
1.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones....15
1.4 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental..15
1.4.1 Responsables técnicos de la elaboración de la MIA....15
1.4.2 RFC de los responsables técnico de la elaboración de la....15
MIA....15
1.4.3 Dirección del responsable técnico del estudio....16
1.4.4 Medio de contacto....16
2.0 Descripción del proyecto....17
2.1 Información general del proyecto....17
2.1.1 Naturaleza del proyecto....18
2.1.2 Objetivo general y objetivos específicos....20

2.1.3 Justificación del proyecto....21
2.1.4 Antecedentes del sitio....24
2.1.5 Selección del sitio....25
2.1.6 Ubicación física del proyecto y planos de localización....26
2.1.7 Inversión requerida....27
2.1.8 Dimensiones del proyecto....29
2.1.9 Uso actual del suelo y cuerpos de agua....30
2.1.10 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos....32
2.2 Características particulares del proyecto....36
2.2.1 Capacidad instalada y etapas constructivas....38
2.2.3 Sistema eléctrico....41
2.2.4 Sistemas auxiliares mecánicos....44
- **Criterio de operación térmica**....51
2.2.7 Límites del proyecto....51
2.2.8 Criterios generales de seguridad....52
2.2.10 Cronograma de obras....57
3.0 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y....61
3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio....61
Caracterización y análisis del sistema ambiental....63
3.2 Programas de desarrollo urbano y uso del suelo....64
3.3 Áreas naturales protegidas....67
3.4 Normas Oficiales Mexicanas aplicables....70
3.7 Permisos, factibilidades, concesiones, licencias y autorizaciones vinculadas al proyecto....86
4.0 Descripción del sistema ambiental....88
4.1 Delimitación del área de estudio....88
4.1.1 Macrolocalización....90
4.1.2 Microlocalización....90
4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental....91
4.2.1 Aspectos abióticos....91
4.2.2 Aspectos bióticos....112
4.2.3 Paisaje....128

4.2.4 Medio socioeconómico 129
4.2.5 Diagnóstico ambiental 148
5.0 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales 153
5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales.....153
5.1.1 **Metodología seleccionada** 153
5.1.2 Criterios de evaluación 158
5.3 Evaluación de impactos ambientales.....163
5.4. Integración del sistema ambiental modificado.....168
5.5 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales 169
6.0 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales 172
6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 172
6.1.1 Categorización de impactos y jerarquía de intervención: prevención, reducción, control, mitigación y compensación 172
Calidad del aire, ruido y vibraciones.....173
Recursos naturales, suelo y agua 181
Generación de residuos 188
Riesgos, seguridad y salud ocupacional 192
Flora y fauna.....195
Medio socioeconómico 197
Paisaje y entorno visual.....200
6.2 Programa de vigilancia ambiental 205
Plan de manejo ambiental 213
6.3.1 Programa de mitigación.....213
6.3.2 Programa de monitoreo 216
6.3.1 Formatos de control 220
7.0 Bibliografía.....232

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de construcción del predio 10
Tabla 2. Cuadro de construcción de la central 11
Tabla 3. Etapas de instalación motogeneradores....18
Tabla 4 Desglose de la inversión requerida....28
Tabla 5 Características principales de unidades de generación....39
Tabla 6 Cronograma de actividades 2026 58
Tabla 7 Cronograma de actividades 2027 59
Tabla 8 Cronograma de actividades 2028 60
Tabla 9 Ordenamientos jurídicos aplicables 72
Tabla 10 Normales climatológicas estación Los Rodríguez 95
Tabla 11 Emisión de contaminantes criterio en el municipio de San Miguel de Allende y su comparativa con la emisión estatal. 98
Tabla 12 Emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de San Miguel de Allende y su comparativa con la emisión estatal. 99
Tabla 13 Composición taxonómica de vertebrados en el municipio de San Miguel de Allende. 121
Tabla 14 Mamíferos bajo alguna categoría de riesgo....122
Tabla 15 Aves bajo alguna categoría de riesgo....123
Tabla 16 Reptiles bajo alguna categoría de riesgo. 124
Tabla 17 Anfibios bajo alguna categoría de riesgo. 124
Tabla 18 Fauna en el área del proyecto 127
Tabla 19 Cuadro. Población indígena, distribución porcentual y grado de marginación de las localidades de SMA 133
Tabla 20 Equipamiento de Salud en SMA. 144
Tabla 21. Indicadores evaluación de cumplimiento 157
Tabla 22 Valores importancia del impacto....161
Tabla 23. Matriz de evaluación de impacto ambiental....165
Tabla 24 Bitácora de obra 217
Tabla 25 Medidas de contingencia ambiental....219
Tabla 26 Plan de manejo ambiental 221

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Vista norteste de ubicación de la central 12
Imagen 2. Vista norponiente de ubicación de la central 12
Imagen 3. Vista sureste de la ubicación de la central....13
Imagen 4. Vista poniente de la ubicación de la central....13
Imagen 5. Vista satelital de instalaciones existentes y lugar donde se realizará la central de cogeneración....26
Imagen 6. Ubicación de la Central de Cogeneración Chada Agricultura 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de clima en el área del proyecto 93
Figura 2 Gráfica precipitaciones del área 94
Figura 3 Velocidad del viento promedio.....96
Figura 4 Regionalización Sísmica de la República Mexicana.....104
Figura 5 Suelos del área de estudio 106
Figura 6 Cuenca de influencia (color naranja) del predio de estudio (color rojo). 110
Figura 7 Cuenca de estudio y curvas de nivel 111
Figura 8 Vegetación y Uso del suelo en México, 2002.....114
Figura 9. Vegetación del sitio del proyecto 115
Figura 10 Vegetación de la zona del proyecto.....119
Figura 11 Crecimiento poblacional del municipio de San Miguel de allende (1970 a 2015). 130
Figura 12 Participación por sector de actividad. 136

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Acta constitutiva del promovente
ANEXO 2. Constancia de situación fiscal del promovente.
ANEXO 3. Poder notarial de los representantes legales.
ANEXO 4. Identificaciones oficiales de los representantes legales.
ANEXO 5. Comprobante de domicilio del predio
ANEXO 6. Cédulas profesionales de los responsables técnicos.
ANEXO 7. Constancia de situación fiscal de los responsables técnicos
ANEXO 8. Programa general del proyecto.
ANEXO 9. Antecedentes resolutivos ambientales
ANEXO 10. Plano topográfico del conjunto.
ANEXO 11. Plano del conjunto del proyecto
ANEXO 12. Corrida financiera
ANEXO 13. Plano central de generación
ANEXO 14. Licencia de uso de suelo
ANEXO 15. Título de concesión
ANEXO 16. Cartografía del proyecto
ANEXO 17. Archivo fotográfico de instalaciones CHADA.

1.0 Datos generales del proyecto

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

- **Cogeneración Eficiente "Chada Agricultura"**

1.2 Ubicación del proyecto

1.2.1 Dirección

- Predio rústico San José, a partir de la glorieta Patrimonio, con rumbo al Noreste sobre la carretera San Miguel de Allende a Doctor Mora hasta el Km. 19.41

  El acceso general al complejo se realiza por la carretera San Miguel de Allende–Doctor Mora, a la altura del kilómetro 19.41, mediante caminos internos y vialidades de terracería que comunican las diferentes áreas productivas y de servicio.

  Véase el **ANEXO 5** del presente documento em el que se integra copia de la Escritura Pública P.A. número 807, otorgada el 27 de febrero de 2020 ante la fe del Lic. Juan Macari Jorge, Titular de la Notaría Pública número 28 del Estado de Quintana Roo. Mediante dicho instrumento se formalizó la unión de los predios rústicos denominados "San José sin número", "Mitad Norte del predio San Benito" y "Mitad Sur del predio San Benito", ubicados en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, resultando de dicha operación el Predio Rústico denominado "San José sin número".

  Las coordenadas exactas de cada uno de estos polígonos que comprenden el predio se encuentran en la siguiente sección de este documento, correspondiente al cuadro de construcción.

1.2.2 Código Postal

- 37890

1.2.3 Municipio

- San Miguel de Allende, Gto.

1.2.4 Localidad

- Los Rodríguez, Gto.

1.2.5 Cuadro de construcción

El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra delimitado mediante levantamiento topográfico georeferenciado a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del INEGI, bajo el marco de referencia ITRF08 época 2010.0 / UTM zona 14N, unidades: metros, orden de ejes Y–X.

Para efectos de identificación territorial del proyecto, a continuación, se presenta el cuadro de construcción del predio con base en los vértices y coordenadas, señalados en el plano topográfico.

El predio es un conjunto de tres polígonos contiguos que pertenecen a las mismas instalaciones en las cuáles se realiza la actividad productiva de agricultura controlada.

Sus colindancias se describen de la siguiente manera:

- Al norte: 881.79 m, con el Rancho Dobarganes.
- Al sur: 180.00 m, con diversos propietarios de La Minita.
- Al oriente: 1,876.99 m, con María Luisa Sánchez Fuentes.
- Al poniente: 1,889.90 m, con José Antonio Sánchez Hernández.

Tabla 1. Cuadro de construcción del predio

Lado	Rumbo	Distancia (m)	Y	X
Polígono 1				
1–2	S 81°58'03.06" E	842.830	2,331,360.8087	330,449.9124
2–3	S 12°14'59.25" W	403.650	2,330,966.3491	330,364.2684
3–4	N 81°24'26.36" W	916.621	2,331,103.3006	329,457.9355
4–1	N 22°45'22.47" E	406.959	2,331,478.5810	329,615.3518
		Superficie	**350,487.131 m²**	
Polígono 2				
4–5	S 81°24'31.86" E	886.147	2,330,970.9256	330,334.1396
5–6	S 19°57'09.67" W	734.923	2,330,280.1170	330,083.3517
6–7	S 19°49'23.67" W	734.919	2,329,588.7465	329,834.1262
7–8	S 29°40'36.25" W	44.061	2,329,550.4646	329,812.3112
8–10	S 29°32'16.63" W; curva	57.330	2,329,500.5857	329,784.0474
10–12	S 24°00'28.25" W; curva	60.165	2,329,445.6254	329,759.5685
12–14	S 19°18'02.00" W; curva	55.748	2,329,393.0103	329,741.1424
14–15	S 18°41'06.00" W	91.407	2,329,306.4212	329,711.8588
15–16	S 18°38'41.22" W	82.139	2,329,228.5928	329,685.5990
16–17	S 17°33'47.83" W	4.560	2,329,224.2592	329,684.2273
17–18	S 19°09'22.17" W	7.960	2,329,216.7397	329,681.6152
18–19	S 24°59'39.65" W	7.040	2,329,210.3594	329,678.6408
19–20	S 08°10'11.32" W	4.888	2,329,205.5206	329,677.9461
20–21	N 88°17'29.13" W	567.682	2,329,222.4405	329,110.5169
21–22	N 87°50'20.87" W	567.664	2,329,243.8504	328,543.2567
22–23	N 33°38'41.15" W	37.031	2,329,274.6782	328,522.7400
23–24	N 27°05'09.97" E	503.529	2,329,722.9819	328,752.0115
24–4	N 27°05'10.18" E	1,550.358	2,331,103.3006	329,457.9355
		Superficie	**1,931,741.182 m²**	
Polígono 3				
25–26	S 81°58'02.81" E	369.725	2,331,009.8180	330,767.1734
26–27	S 12°04'05.84" W	101.235	2,330,910.8207	330,746.0075
27–28	N 81°31'45.58" W	372.179	2,330,965.6438	330,377.8886
28–25	N 13°36'02.68" E	98.603	2,331,061.4818	330,401.0756
		Superficie	**36,943.585 m²**	

Con lo cual, se tiene una superficie total del predio de **231.9172 has.**

Para información detallada al respecto, véase **el ANEXO 10 Plano topográfico del predio,** en donde se detalla la información del cuadro de construcción.

Asimismo, dentro del área del proyecto se identifica el área de implantación de la central, en el que se plantea instalar la central generadora a la que obedece el análisis de este estudio.

Tabla 2. Cuadro de construcción de la central

N.° punto	X	Y	Z
GE1.1	329,891.18	2,330,729.80	2,007.11
GE1.2	329,929.58	2,330,849.30	2,006.98
GE1.3	329,960.10	2,330,838.50	2,006.91
GE1.4	329,921.80	2,330,719.00	2,007.27

De igual manera, en la siguiente página se muestran las fotografías observando desde los cuatro puntos cardinales, el sector del predio especifico donde se plantea realizar la central de cogeneración.



Imagen 1. Vista norteste de ubicación de la central



Imagen 2. Vista norponiente de ubicación de la central



Imagen 3. Vista sureste de la ubicación de la central



Imagen 4. Vista poniente de la ubicación de la central

1.3 Promovente

1.3.1 Razón social

- CHADA AGRICULTURA, S. de R.L. de C.V.

En el **ANEXO 1** se provee copia del acta constitutiva número trescientos ochenta y dos, en el que con fecha del 17 de agosto de 2013 pasada ante la fe del Licenciado Bernardo Martín Rivadeneyra Pérez, Notario Público Titular de la Notaría Pública Número Veinticinco del Estado de Yucatán, se formalizó la constitución de dicha sociedad mercantil, por comparecencia de los señores José Gibrán Chapur Dajer y David Isaac Wegan Hadad.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

- CAG130817JM1

En el **ANEXO 2** se provee copia de la constancia de situación fiscal número CAG130817JM1, emitida el 03 de diciembre de 2025 en Mérida, Yucatán para la razón social correspondiente.

1.3.3 Nombre del representante legal

- Daniel Salazar González
- Felipe López de la Cerda Alatorre

En el **ANEXO 3** se provee copia del instrumento público P.A. número 4247, de fecha 22 de enero de 2026, pasado ante la fe del Licenciado Juan Macari Jorge, Notario Público Titular de la Notaría Pública Número Veintiocho del Estado de Quintana Roo, el cuál corresponde al poder notarial a los apoderados mencionado.

De igual manera, en el **ANEXO 4** se integran las credenciales para votar de ambos apoderados, con las que se acredita la identidad de los apoderados legales.

1.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

- Avenida Prolongación Paseo de la Reforma número 627, interior 603, colonia Paseo de las Lomas, Alcaldía Álvaro Obregón, código postal 01330, Ciudad de México.

1.4 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.4.1 Responsables técnicos de la elaboración de la MIA

- Ing. Liz Marie Tena Utrilla
  - Cédula Profesional 14351956

- Biol. Rafael Patiño Pérez
  - Cédula Profesional 3440462

- Ing. Uriel Calte Mendoza
  - Cédula Profesional 6153671

En el **ANEXO 6** de este documento se proporciona copia de las identificaciones y cédulas profesionales de los elaboradores de la MIA.

1.4.2 RFC de los responsables técnico de la elaboración de la MIA

- Ing. Liz Marie Tena Utrilla
  - RFC TEUL990525KI1

- Biol. Rafael Patiño Pérez
  - RFC PAPR701001AW5

- Ing. Uriel Calte Mendoza
  - RFC CAMU751005158

En el **ANEXO 7** de este documento se proporciona copia de la constancia de situación fiscal de los responsables de la elaboración de este estudio.

1.4.3 Dirección del responsable técnico del estudio

- Calle Argentina #52 interior 11, Fracc. El Tucán, Xalapa, Ver. 91056

1.4.4 Medio de contacto

- Ing. Liz Marie Tena Utrilla
    - Teléfono: 993 101 3789
    - Correo electrónico: liztenau@eco-intell.com

- Biol. Rafael Patiño Pérez
    - Teléfono: 282 104 6024
    - Correo electrónico: rafaelpatino@eco-intell.com

- Ing. Uriel Calte Mendoza
    - Teléfono: 228 157 2044
    - Correo electrónico: ucalte@gmail.com

2.0 Descripción del proyecto

2.1 Información general del proyecto

El proyecto denominado **"Cogeneración Eficiente Chada Agricultura"** consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una central de cogeneración eficiente.

La energía eléctrica generada y la energía térmica recuperada estarán destinadas para autoconsumo, esta central de cogeneración eficiente operará bajo un modelo desconectado de la red, también conocido como abasto aislado.

El proyecto estará integrado por motores de combustión interna que utilizarán gas natural como combustible primario y contarán con sistemas de recuperación de calor útil en forma de agua caliente, para aprovechar la energía térmica recuperada como parte del sistema de calefacción de los invernaderos.

La central de cogeneración será un servicio auxiliar al proceso de producción de hortalizas que actualmente se realiza dentro del complejo agrícola de alta tecnología de **Chada Farms**, localizado en San Miguel de Allende, Guanajuato.

El complejo se dedica a la producción de hortalizas en invernaderos de agricultura controlada, principalmente pepino europeo y otras variedades de alto valor comercial, en este se realizan las actividades de cultivo, cosecha, selección, empaque, almacenamiento y distribución de productos hortícolas.

El proyecto contempla la instalación progresiva de nueve motogeneradores, con una potencia eléctrica bruta aproximada de 2.17 MW por unidad, hasta alcanzar una capacidad instalada total de aproximadamente 19.53 MW eléctricos brutos, redondeada para efectos descriptivos a 20 MW. La central se construirá en dos etapas, de acuerdo con el programa general.

Tabla 3. Etapas de instalación motogeneradores

Etapa constructiva	Número de motogeneradores	Potencia bruta estimada	Fecha estimada de puesta en marcha
Etapa 1	5	11.91 MW	Segundo trimestre de 2028
Etapa 2	3	7.15 MW	Cuarto trimestre de 2028
Total	8	19.06 MW	Cuarto trimestre de 2028

La energía eléctrica generada será dedicada a cubrir el total del consumo y demanda eléctrica del complejo productivo de CHADA AGRICULTURA, la energía eléctrica generada únicamente será distribuida a la red eléctrica interna del complejo (sin interconexión a la red pública) atendiendo de esta forma sus consumos propios.

Como se ha mencionado antes, este proyecto NO contempla la exportación de energía, la venta de excedentes, ni la operación en paralelo con la red eléctrica pública.

Como parte del esquema de cogeneración, se recuperará el calor disponible en el circuito de enfriamiento del motor y en los gases de escape. El calor recuperado se transferirá a un circuito de agua caliente para su aprovechamiento en los servicios térmicos del complejo agrícola, particularmente en los sistemas de calefacción de los invernaderos, de esta manera se realizará la cogeneración eficiente de electricidad y energía térmica.

> En el **ANEXO 8** de este documento se proporciona el programa general de obra del proyecto.

2.1.1 Naturaleza del proyecto

La naturaleza del proyecto corresponde a la construcción, instalación, puesta en operación y mantenimiento de una central de cogeneración eléctrica distribuida, destinada al autoconsumo del complejo agrícola y agroindustrial existente de **Chada Farms.**

La central utilizará **gas natural** como combustible y producirá simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil, mediante motores de combustión interna acoplados a alternadores eléctricos síncronos y sistemas de recuperación de calor.

El proyecto se concibe como una instalación complementaria y funcionalmente integrada a las actividades agrícolas controladas y agroindustriales de **Chada Farms**. Por lo tanto, no representa el establecimiento de una actividad industrial independiente ni la sustitución de la vocación productiva del predio, sino la incorporación de infraestructura energética para mejorar la confiabilidad, eficiencia y continuidad de los procesos existentes y previstos.

La central estará conformada por los motogeneradores, alternadores, sistemas de alimentación y regulación de gas natural, equipos de filtración y medición, sistemas de enfriamiento y lubricación, ductos y sistemas de escape, tableros eléctricos, sistemas de control, protección y sincronización, así como por los equipos destinados a recuperar y conducir el calor útil generado durante la operación.

El combustible previsto será exclusivamente gas natural. Este será recibido en el punto de entrega, conducido hacia la estación de regulación, filtrado y medición, y posteriormente distribuido a los motogeneradores a través de líneas y dispositivos de seguridad diseñados para controlar presión, caudal y condiciones de operación. Cada unidad de cogeneración contará con sus sistemas específicos de alimentación, control, protección, enfriamiento, lubricación y evacuación de gases de combustión.

La energía eléctrica generada se destinará prioritariamente a satisfacer la demanda interna del complejo agrícola y agroindustrial, incluyendo los sistemas de bombeo, riego, ventilación, climatización, iluminación, automatización, refrigeración, conservación, empaque, procesamiento y demás equipos asociados a la producción.

La operación se realizará bajo un esquema de cogeneración distribuida para autoconsumo, reduciendo la dependencia del suministro externo y fortaleciendo la continuidad de los procesos productivos. Cualquier condición de interconexión, respaldo o entrega de excedentes se sujetará sujetarse a las autorizaciones, contratos y disposiciones aplicables.

De manera simultánea, el calor contenido en los gases de escape y en los circuitos de enfriamiento de los motores será recuperado mediante equipos de intercambio y conducción térmica, siempre que exista una demanda útil y técnicamente compatible.

La energía térmica podrá emplearse, de acuerdo con las necesidades del complejo, en procesos de acondicionamiento ambiental, calentamiento de agua y control de temperatura. El aprovechamiento del calor residual evita que una parte importante de la energía del combustible se disipe sin utilidad y constituye

el elemento distintivo de la cogeneración frente a la generación eléctrica convencional.

La central adquiere especial relevancia debido a su vinculación con un modelo de agricultura controlada. Este sistema productivo utiliza infraestructura y tecnologías que permiten regular, dentro de rangos definidos, variables como temperatura, humedad relativa, ventilación, radiación, concentración de dióxido de carbono, disponibilidad de agua y suministro de nutrientes.

El control de estas variables permite reducir la exposición de los cultivos a eventos meteorológicos adversos, plagas y enfermedades, así como mejorar la uniformidad, calidad y programación de las cosechas.

La agricultura controlada requiere un suministro energético estable y de calidad, debido a que sus equipos pueden operar durante periodos prolongados y, en algunos casos, de manera continua.

Una interrupción eléctrica puede afectar la ventilación, el bombeo, la fertirrigación, la refrigeración, la iluminación, la automatización y los sistemas de control climático, con posibles repercusiones sobre el desarrollo y la calidad de los cultivos. En este contexto, la central permitirá disponer de una fuente de generación localizada, con mayor capacidad de respuesta ante variaciones o interrupciones del suministro externo.

La disponibilidad de energía térmica también puede mejorar el desempeño de la agricultura controlada. El calor recuperado podrá utilizarse para mantener condiciones térmicas adecuadas en instalaciones productivas, calentar agua de proceso o apoyar actividades de limpieza y desinfección.

La integración entre generación energética y agricultura controlada permite avanzar hacia un sistema productivo más eficiente y resiliente. La producción simultánea de alimentos y energía puede contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria y energética.

2.1.2 Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general

Construir y operar una central de cogeneración eficiente a gas natural para suministrar energía eléctrica en modalidad de autoconsumo aislado al complejo agrícola Chada Farms y aprovechar el calor residual de los motogeneradores para producir agua caliente destinada a los servicios térmicos del sitio.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

1. Instalar una central de cogeneración de 20 MW totales en seis etapas constructivas operando bajo un esquema de autoconsumo aislado con aprovechamiento térmico de agua caliente.

2. Suministrar energía eléctrica a la red particular del complejo agrícola para atender sus consumos productivos, administrativos y auxiliares.

3. Reducir la dependencia del complejo respecto del suministro eléctrico externo.

4. Aprovechar el calor del circuito de enfriamiento del motor mediante intercambiadores de placas.

5. Mejorar la continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico para los sistemas de fertirrigación, automatización, ventilación, control climático, refrigeración, empaque y demás cargas internas de **Chada Farms.**

6. Integrar una solución energética eficiente dentro de un complejo agrícola previamente desarrollado y con infraestructura productiva existente.

7. Implementar sistemas de control, medición, protección y seguridad que permitan operar las unidades de manera coordinada y segura.

2.1.3 Justificación del proyecto

El proyecto se justifica por la necesidad de fortalecer la confiabilidad, continuidad y eficiencia del suministro energético requerido por el complejo agrícola y agroindustrial de **Chada Farms**, cuyas actividades se desarrollan bajo un esquema de agricultura protegida y de alta tecnología.

Este modelo productivo depende de la operación coordinada y permanente de sistemas eléctricos, hidráulicos, térmicos, mecánicos y de automatización que permiten mantener las condiciones ambientales y operativas necesarias para el adecuado desarrollo de los cultivos. En la agricultura protegida de alta tecnología, la electricidad y la energía térmica no son insumos opcionales ni accesorios: constituyen factores de producción indispensables, al mismo nivel que el agua, el suelo y los nutrientes. Sin un suministro continuo, suficiente y de calidad de ambas formas de energía, la producción en invernadero es inviable. La demanda energética del complejo se encuentra directamente vinculada con cada etapa del proceso productivo, desde el desarrollo de los cultivos hasta el manejo postcosecha y la conservación de los productos agrícolas.

La disponibilidad continua de electricidad es condición necesaria para mantener los parámetros operativos requeridos en las instalaciones. Los sistemas de control ambiental, iluminación artificial, bombeo de agua y soluciones nutritivas, ventilación forzada, refrigeración, accionamiento de cortinas térmicas y pantallas de sombra, así como los controladores lógicos y sistemas de automatización, dependen íntegramente del suministro eléctrico. Una interrupción prolongada o una variación significativa en la tensión o frecuencia de la red puede detener estos sistemas y comprometer de forma irreversible la sanidad vegetal, el desarrollo homogéneo de los cultivos y la calidad comercial de la producción. En un invernadero de alta tecnología, la electricidad es, en sentido estricto, un insumo agrícola de primer orden.

Del mismo modo, la energía térmica constituye un insumo productivo esencial para la operación del complejo. Los cultivos bajo invernadero requieren temperaturas mínimas nocturnas y umbrales térmicos diurnos específicos para completar sus ciclos fisiológicos con normalidad. El calor suministrado mediante sistemas de calefacción permite reducir el estrés térmico de las plantas, favorecer condiciones uniformes de crecimiento, sostener la programación de los ciclos productivos y extender la temporada de producción más allá de los límites impuestos por el clima exterior, particularmente durante periodos de bajas temperaturas. La carencia de energía térmica oportuna y suficiente equivale, funcionalmente, a la carencia de cualquier otro insumo agronómico esencial: su ausencia compromete el rendimiento, la calidad y la viabilidad económica de la producción.

La instalación de una central de cogeneración responde de forma directa a la naturaleza dual e indisociable de esta demanda energética. La cogeneración consiste en producir simultáneamente electricidad y energía térmica útil a partir de una misma fuente primaria de energía, en este caso, gas natural. Al integrar en un solo sistema la generación eléctrica y el aprovechamiento del calor residual, la cogeneración satisface de manera eficiente los dos insumos energéticos que hacen posible la producción agrícola en invernadero.

Desde el punto de vista de la calidad ambiental de la fuente energética, el gas natural es el combustible fósil con el perfil de combustión más limpio disponible en la actualidad. Su oxidación en condiciones estequiométricas produce exclusivamente dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O), sin generación de partículas sólidas, hollín, óxidos de azufre (SO_x) ni compuestos orgánicos volátiles derivados de la combustión.

Los motogeneradores de la central operarán con esta fuente primaria, lo que implica que las emisiones a la atmósfera se limitarán a CO_2 y H_2O, ambas sustancias características de la respiración biológica y del ciclo natural del carbono. En este sentido, la cogeneración eficiente con gas natural constituye

una forma de generación de energía limpia, cuyas emisiones resultan intrínsecamente más reducidas y menos complejas desde el punto de vista toxicológico y ambiental que las asociadas a otros combustibles convencionales como el diésel, el combustóleo o el carbón.

La selección de la cogeneración es además congruente con el perfil de consumo de **Chada Farms**, dado que el complejo presenta demandas simultáneas, recurrentes y de magnitud significativa de electricidad y calor durante sus ciclos de producción. Al producir ambas formas de energía en un único proceso integrado, se logra un aprovechamiento más racional del combustible, se reduce el consumo de energía primaria respecto de un escenario convencional de generación separada y se disminuyen las emisiones totales asociadas al abastecimiento energético del complejo.

La construcción de la central también se justifica por su integración en un predio previamente transformado, ocupado y funcionalmente vinculado con actividades agrícolas y agroindustriales. El proyecto se ubicará dentro de las instalaciones de **Chada Farms**, aprovechando accesos, servicios, áreas operativas, infraestructura interna y redes existentes o previstas, lo que favorece el uso eficiente de un espacio ya destinado a la operación productiva.

En consecuencia, el proyecto constituye una infraestructura energética complementaria, necesaria y funcionalmente vinculada con las actividades de agricultura controlada de **Chada Farms**. Su ejecución permitirá garantizar la disponibilidad permanente de los dos insumos energéticos indispensables para la producción en invernadero (electricidad y energía térmica), aprovechar de forma eficiente el gas natural mediante un proceso de cogeneración limpio cuyas emisiones se limitan a CO_2 y H_2O, y fortalecer la continuidad, eficiencia y competitividad de la operación agrícola y agroindustrial, bajo criterios de cumplimiento ambiental, seguridad operativa y aprovechamiento racional de los recursos energéticos.

La viabilidad del proyecto se sustenta también en consideraciones económicas que refuerzan su conveniencia frente a las alternativas convencionales de abastecimiento energético. Adquirir electricidad de la red pública de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y generar agua caliente mediante una caldera dedicada exclusivamente a este fin implica dos cadenas de costos independientes, cada una con sus propias ineficiencias, tarifas y gastos de operación.

La cogeneración eficiente rompe esta lógica al producir ambas formas de energía en un único proceso integrado: la misma cantidad de gas natural que en un esquema convencional serviría para generar solo electricidad o solo calor, en la cogeneración produce ambos simultáneamente, elevando el aprovechamiento

energético del combustible a niveles que pueden superar el 80 % de eficiencia global.

Este incremento en la eficiencia se traduce directamente en menores costos por unidad de energía útil obtenida. Considerando el diferencial entre el costo de generación propia mediante cogeneración y los precios tarifarios de la energía eléctrica suministrada por CFE, más el costo equivalente de la generación de calor en caldera independiente, se estima que los ahorros en el costo energético global del complejo pueden alcanzar un 25 %, lo que representa una reducción significativa en los costos variables de operación de **Chada Farms** y mejora de forma directa la competitividad económica de su producción agrícola y agroindustrial.

2.1.4 Antecedentes del sitio

Las instalaciones agrícolas existentes cuentan con invernaderos, oficinas, áreas de empaque, cuartos técnicos, vialidades, reservorios, sistemas de riego, sistemas de irrigación, calderas y equipos auxiliares. La infraestructura de los invernaderos incluye cubiertas plásticas, ventilación cenital, pantallas de sombreo, sistemas de calefacción por agua caliente, automatización climática y redes hidráulicas de proceso.

El sitio cuenta con antecedentes de evaluación ambiental relacionados con la construcción y operación de los invernaderos. En 2022 se emitió el Dictamen Técnico identificado con el oficio SMAOT-SGACCSE-DGGA-1803/2022, correspondiente a la preparación del sitio y construcción de obras agrícolas en una superficie de 216,820 m².

Entre las obras consideradas en dicho antecedente se incluyeron plataformas de invernadero, oficinas administrativas, área de empaque, área de aduana, edificios habitacionales, comedor, reservorio de agua, tanque buffer, calderas, silos y vialidades.

Posteriormente, mediante el oficio SAMA-SGACCSE-DGGA-3878/2024, se emitió un Dictamen Técnico relacionado con la operación y mantenimiento de los invernaderos existentes, particularmente tres invernaderos con superficies aproximadas de 64,000 m², 65,000 m² y 66,000 m².

> En el **ANEXO 9** de este documento se proporciona copia de dichos antecedentes en materia ambiental emitidos por la autoridad estatal.

La central de cogeneración constituye una obra energética complementaria al proyecto agrícola. Su función será atender la demanda eléctrica y térmica del complejo, sin modificar el objetivo principal de las instalaciones agrícolas. La

central no sustituirá las actividades de cultivo, empaque o distribución, sino que proporcionará infraestructura energética para soportarlas.

La central será evaluada en la presente MIA conforme a sus propias obras, actividades, emisiones, consumo de recursos, residuos y riesgos potenciales.

> Como evidencia de las condiciones actuales del complejo agrícola y de la infraestructura productiva existente, se integra en el **ANEXO 17** el archivo fotográfico actualizado de **Chada Farms.**

Dicho anexo incluye imágenes de los invernaderos, áreas de cultivo, cuartos técnicos, vialidades internas, reservorios, sistemas de riego, áreas de empaque, infraestructura de apoyo y el sector previsto para la instalación del proyecto de la central de cogeneración.

2.1.5 Selección del sitio

La selección del sitio se realizó considerando la necesidad de ubicar la central de cogeneración próxima a los principales centros de consumo eléctrico y térmico. El complejo **Chada Farms** constituye la demanda para la cual fue diseñado el sistema, por ello, su instalación dentro del propio predio permitirá reducir las distancias de distribución, las pérdidas eléctricas, la longitud de las tuberías de agua caliente y los requerimientos de infraestructura externa.

No se contempla la selección de un sitio alternativo fuera del complejo agrícola, ya que ello implicaría construir una infraestructura energética independiente y extender redes eléctricas y térmicas hacia los centros de consumo. La ubicación seleccionada permite que la electricidad y el calor útil se produzcan y aprovechen dentro del mismo predio, conforme al esquema de autoconsumo previsto.

Asimismo, la ubicación se determinó considerando la compatibilidad con las actividades agrícolas existentes, la disponibilidad de espacio, la accesibilidad para la construcción y el mantenimiento, la cercanía a las redes internas, la disponibilidad de servicios auxiliares y las condiciones de seguridad requeridas para la operación de los equipos de generación y suministro de gas natural. Estos aspectos forman parte de los criterios técnicos que deben considerarse en la selección de emplazamientos para proyectos de cogeneración.

La implantación de la central se realizará dentro de un sitio previamente intervenido y funcionalmente vinculado con **Chada Farms**, evitando, en la medida de lo posible, la ocupación de nuevas áreas y la apertura de un predio industrial independiente



Imagen 5. Vista satelital de instalaciones existentes y lugar donde se realizará la central de cogeneración

2.1.6 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto denominado **Cogeneración Eficiente "Chada Agricultura"** se ubicará dentro del complejo agrícola **Chada Farms**, en la localidad de Los Rodríguez, municipio de San Miguel de Allende, estado de Guanajuato. La dirección exacta y coordenadas geográficas del proyecto se encuentra indicada en la Tabla 2 y en el apartado 1.2 del presente documento.

La ubicación seleccionada permite que la central se integre directamente con el centro de consumo eléctrico y térmico, evitando la construcción de una infraestructura energética aislada del complejo agrícola.

La ubicación de la central se determinó considerando la proximidad con las cargas eléctricas y térmicas del complejo. Esta condición permitirá conducir la energía eléctrica hacia la red particular del usuario y transportar el agua caliente recuperada hacia los cabezales de distribución térmica de **Chada Farms**, reduciendo las distancias de interconexión y facilitando las actividades de operación y mantenimiento.

El mapa base cartográfico muestra la localización regional del proyecto dentro del municipio de San Miguel de Allende, así como su relación con las principales localidades, carreteras, caminos, límites municipales, cuerpos de agua, arroyos, escurrimientos, vías férreas, áreas industriales y otros elementos territoriales.

En dicho mapa, las instalaciones de **Chada Farms** se representan mediante un polígono de color rojo, mientras que la ubicación propuesta de la central de cogeneración se identifica dentro del complejo mediante la simbología correspondiente.

La cartografía permite observar que el proyecto se localiza en un entorno predominantemente rural y agroindustrial, rodeado principalmente por terrenos agrícolas y áreas productivas. Asimismo, se identifican localidades cercanas y vías de comunicación que permiten el acceso al complejo, sin que la central se ubique dentro de un núcleo urbano consolidado.

La central se instalará de manera que no se interfiera con las actividades productivas existentes ni con los accesos, canales, reservorios, sistemas hidráulicos o áreas de seguridad del complejo.

> Véase en el **ANEXO 10** del presente documento el plano topográfico del conjunto de **Chada Farms**, en el que se presenta la configuración general del predio, sus polígonos, accesos, caminos, infraestructura existente, áreas de servicio y elementos de referencia topográfica.

De igual manera, para consultar la ubicación regional y la relación espacial del proyecto con el municipio de San Miguel de Allende, las localidades cercanas, las carreteras, los caminos, los cuerpos de agua y las instalaciones de **Chada Farms**, véase la **Figura 1** del **ANEXO 16**, denominada "*Mapa base cartográfico del proyecto*".

2.1.7 Inversión requerida

La inversión estimada para la construcción, instalación, pruebas, puesta en marcha y entrada en operación de la central de cogeneración en **Chada Farms** asciende a [redacted]sos mexicanos por dólar estadounidense.

El proyecto se ejecutará bajo un esquema **EPC (Engineering, Procurement & Construction)**, que comprende ingeniería, suministro, construcción, montaje, pruebas y puesta en marcha. La inversión incluye los motogeneradores, equipos de recuperación térmica, sistema de gas natural, infraestructura eléctrica, obra civil, tuberías, control y sistemas auxiliares.

Tabla 4 Desglose de la inversión requerida

[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Como referencia, la evaluación del proyecto estima costos anuales de operación por **81,461,423 pesos**, una generación neta anual de **59,836,757 kWh** y un periodo de retorno aproximado de **4.62 años**.

> Véase en el **ANEXO 12** del presente documento la evaluación económica del proyecto de cogeneración, en la que se presentan los parámetros técnicos, costos de inversión, costos de operación, consumo de gas natural, generación eléctrica, aprovechamiento térmico, ahorros estimados y periodo de retorno del proyecto.

2.1.8 Dimensiones del proyecto

El proyecto contempla la construcción y operación de una central de cogeneración con una capacidad instalada bruta total de 19,530 kW, equivalente aproximadamente a 20 MW. La central estará integrada por nueve motogeneradores a gas natural, cada uno con una potencia bruta aproximada de 2,170 kW.

La etapa 1 considera seis motogeneradores, identificados como generadores G1 a G6, con una generación bruta conjunta de aproximadamente 10,850 kW. La etapa 2 contempla los generadores G7, G8 y G9, con una generación bruta conjunta de 6,510 kW. El diagrama unifilar identifica estas unidades como parte de la configuración actual y futura de la central.

Cada motogenerador tendrá una potencia bruta de 2,170 kW, una tensión de generación de 13.8 kV, una corriente nominal aproximada de 113.48 A y un factor de potencia de referencia de 0.8. La capacidad neta de generación dependerá del consumo de los servicios propios de la central, incluyendo bombas, ventiladores, aeroenfriadores, sistemas de control, instrumentación y demás equipos auxiliares.

La central incluirá las siguientes áreas y componentes principales:

- ✓ Área de motogeneradores.
- ✓ Subestación de potencia de generación de la etapa 1.
- ✓ Subestación de potencia de generación de la etapa 2.
- ✓ Cuarto de generación.
- ✓ Tableros de media tensión.
- ✓ Transformadores de servicios propios.
- ✓ Centros de control de motores.
- ✓ Cuarto de control.

- ✓ Área de interconexión eléctrica.
- ✓ Sistema de agua caliente y recuperación térmica.
- ✓ Equipos auxiliares de enfriamiento.
- ✓ Bancos de ductos.
- ✓ Alimentadores de media tensión.
- ✓ Áreas de circulación y maniobra.
- ✓ Sistemas de protección y puesta a tierra.

El sistema eléctrico contará con buses de generación de 1,250 A, trifásicos, tres hilos, a 60 Hz, con tensión nominal de 17.5 kV y capacidad interruptiva de 25 kA. La generación bruta conjunta de las etapas 1 y 2 se estima en 19,530 kW, con una corriente total aproximada de 929.

Para los servicios propios se contemplan transformadores reductores de 2,000 kVA, con reducción de 13,800 V a 480 V. También se considera un transformador de servicios propios de 75 kVA para alimentar los sistemas de 480 V y 220/127 V, así como los centros de control de motores de las unidades de generación.

Cada motogenerador se conectará a la subestación correspondiente mediante alimentadores de media tensión instalados en bancos de ductos. Los alimentadores de los generadores utilizarán cables XLP de 15 kV, con canalizaciones de aproximadamente 4 pulgadas de diámetro. Las longitudes preliminares de los alimentadores de generación varían según la ubicación de cada unidad, con recorridos aproximados de 20 a 140 m.

La central también contará con dos salidas eléctricas hacia las cargas propias de complejo agrícola, mediante alimentadores de 1,250 A. Estas salidas permitirán conducir la energía generada hacia la red eléctrica particular del complejo agrícola. La conexión con la red pública se mantendrá separada mediante una celda de entrada y los dispositivos de protección correspondientes, conforme al esquema de autoconsumo aislado previsto.

> Véase en el **ANEXO 13** correspondiente el diagrama unifilar de la central de cogeneración, plano 9078-IE-DU-01, en el que se muestra la configuración de las subestaciones, generadores, transformadores, buses, alimentadores, salidas a carga, protecciones y ampliaciones futuras.

2.1.9 Uso actual del suelo y cuerpos de agua

El predio se encuentra destinado a actividades agrícolas y agroindustriales, particularmente a la producción agrícola controlada y a las obras e instalaciones complementarias necesarias para su operación.

El predio cuenta con una superficie de 1,931,900 m², conforme a la constancia emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del municipio. El uso actual del suelo dentro del complejo corresponde principalmente a una combinación de actividades agrícolas tecnificadas, infraestructura agroindustrial y áreas de apoyo operativo.

En este contexto, el área prevista para la central de cogeneración se integrará a un complejo previamente establecido y transformado por actividades agrícolas y de apoyo agroindustrial.

La construcción de la central no implica un cambio del uso predominante del predio hacia una actividad industrial autónoma, sino la incorporación de infraestructura energética complementaria para satisfacer las necesidades eléctricas y térmicas de las instalaciones existentes y de las actividades productivas autorizadas, como se ha mencionado antes, la central de cogeneración eficiente será un servicio auxiliar a la producción agrícola.

La naturaleza complementaria de la central es compatible con la operación del complejo, debido a que su función principal será proporcionar servicios energéticos a la producción agrícola controlada de **Chada Farms**.

La central no se proyecta para prestar un servicio industrial independiente a terceros ni para establecer una nueva zona de transformación ajena a la actividad principal del predio.

De acuerdo con la información proporcionada para el proyecto y con la revisión de la infraestructura existente, el área prevista para la central no se encuentra próxima a cuerpos de agua naturales. Asimismo, la central no se instalará sobre un cuerpo de agua, cauce natural, zona federal asociada a bienes nacionales, zona inundable ni área identificada como de riesgo por desbordamiento.

La ausencia de cuerpos de agua naturales cercanos no significa que el predio carezca de infraestructura hidráulica. Dentro del complejo existen reservorios, canales y líneas de riego, tuberías de PVC, alcantarillas, sistemas de bombeo, áreas de arrastre, fosa séptica, planta de tratamiento y otras obras relacionadas con el abastecimiento, distribución, conducción, tratamiento y manejo del agua utilizada en la operación agrícola.

El proyecto se desarrollará en un predio cuyo uso actual es agrícola y agroindustrial, con infraestructura de producción hortícola bajo invernadero y sistemas de apoyo asociados. La central de cogeneración será una instalación energética complementaria, compatible con la función productiva del complejo y sin modificación del uso predominante del suelo.

El área de la central no se localiza cerca de cuerpos de agua naturales ni se instalará sobre cauces, vasos, zonas inundables o zonas federales. No obstante, la obra protegerá durante su construcción y operación los reservorios, canales de riego, redes hidráulicas, alcantarillas y sistemas de tratamiento existentes, garantizando que la construcción y operación no interrumpan el abastecimiento, la conducción, el almacenamiento, el tratamiento ni el desalojo controlado del agua utilizado por **Chada Farms**.

> Véase en el **ANEXO 14** correspondiente al permiso de uso de suelo del predio otorgado por la autoridad municipal.

2.1.10 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Como se mencionó en capítulos anteriores el proyecto se desarrollará dentro del complejo agrícola **Chada Farms**, localizado en el predio rústico denominado San José, en la localidad de Los Rodríguez, municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato.

El predio cuenta con accesos, caminos internos, áreas de maniobra, instalaciones agrícolas, cuartos técnicos, oficinas, reservorios, redes hidráulicas, infraestructura eléctrica y servicios sanitarios, por lo que la central de cogeneración se integrará a una zona previamente habilitada y vinculada con actividades agroindustriales.

La infraestructura existente permitirá reducir la necesidad de construir obras urbanas nuevas y facilitará el acceso de personal, maquinaria, equipos y vehículos de mantenimiento.

La central utilizará las vialidades y accesos internos existentes, con adecuaciones localizadas para permitir el ingreso y montaje de los motogeneradores, transformadores, aeroenfriadores, intercambiadores y demás equipos de la instalación.

- **Compatibilidad del uso de suelo**

El predio cuenta con antecedentes de compatibilidad territorial y autorización municipal para el desarrollo de actividades agroindustriales. El permiso de uso de suelo fue emitido originalmente mediante el oficio DDUOT-USYAT/0637-E/2022, y posteriormente fue reconocido y actualizado en cuanto al cambio de razón social mediante el oficio aclaratorio DDUOT-USYAT/3900-E/2026.
Véase el **ANEXO 14** con copia del documento señalado.

La central de cogeneración se integrará como infraestructura energética de apoyo a una actividad agroindustrial existente. Su instalación no modificará la vocación general del predio ni implicará la transformación del complejo agrícola en un desarrollo industrial independiente.

- **Abastecimiento de agua**

El complejo agrícola cuenta con autorización para la explotación, uso y aprovechamiento de aguas nacionales subterráneas mediante el Título de Concesión número 851962, versión 2, emitido por la Comisión Nacional del Agua el 10 de marzo de 2025, a favor de **Chada Agricultura, S. de R.L. de C.V.**

El título tiene vigencia del 2 de marzo de 2023 al 1 de marzo de 2033, sin perjuicio de las condiciones, obligaciones y restricciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las disposiciones aplicables.

La concesión ampara un volumen anual máximo de 270,000.0000 m³ de aguas nacionales subterráneas, con un gasto máximo autorizado de 30.0000 litros por segundo. El aprovechamiento corresponde a un pozo localizado en el acuífero 1104 Laguna Seca, en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, dentro del Predio Rústico denominado "San José"

En el **ANEXO 15** de este documento se integra copia del Título de Concesión número 851962. El instrumento ampara la explotación, uso y aprovechamiento de hasta 270,000.0000 m³ anuales de aguas nacionales subterráneas, con un gasto máximo de 30.0000 litros por segundo, mediante un pozo localizado en el acuífero 1104 Laguna Seca, municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato.

- **Manejo de aguas residuales**

El proceso productivo de agricultura controlada desarrollado en el complejo no genera descargas de aguas residuales de proceso. Las actividades de producción hortícola bajo invernadero operan mediante sistemas de riego controlado, en los cuales el agua se aprovecha directamente en los cultivos y no se descarga a cuerpos receptores, suelo, canales, escurrimientos naturales ni redes de drenaje.

De igual forma, la central de cogeneración no prevé generar aguas residuales industriales durante su operación normal. Los sistemas de generación eléctrica, recuperación térmica y distribución de agua caliente se diseñarán para operar preferentemente mediante circuitos cerrados o recirculados, por lo que no se contempla la descarga rutinaria de agua de proceso al ambiente.

Las únicas aguas residuales previstas corresponden a las de tipo sanitario, generadas por el personal que labora en las áreas administrativas, oficinas, servicios, operación y mantenimiento. Estas aguas provienen principalmente del uso de sanitarios, lavabos y actividades ordinarias de higiene personal.

Las aguas residuales sanitarias serán conducidas a la planta de tratamiento de aguas residuales existente y actualmente en operación dentro del complejo agrícola, la cual presta servicio a la infraestructura ya instalada. La incorporación de las aguas sanitarias generadas por la central se realizará a través de la red sanitaria interna, verificando previamente que la capacidad hidráulica y de tratamiento de la planta sea suficiente para recibir el caudal adicional asociado al personal de operación y mantenimiento.

No se realizarán descargas directas de aguas residuales a canales de riego, reservorios, cuerpos de agua, arroyos, escurrimientos superficiales, suelo natural, subsuelo, drenajes pluviales ni a cualquier conducto no autorizado.

- **Suministro de gas natural**

El gas natural será suministrado por un proveedor externo mediante la infraestructura de recepción, regulación, filtración, medición y distribución prevista para la central.

El sistema de suministro incluirá:

- ✓ Estación de recepción.
- ✓ Válvula general de bloqueo.
- ✓ Filtros.
- ✓ Reguladores.
- ✓ Medidores de flujo.
- ✓ Tren de regulación.
- ✓ Tuberías hacia los motogeneradores.
- ✓ Solenoides y válvulas de seguridad.
- ✓ Instrumentación de presión.

La operación del sistema cumplirá con las autorizaciones y disposiciones aplicables al manejo de gas natural, así como con los procedimientos de seguridad industrial y respuesta a emergencias.

- **Suministro de energía eléctrica**

Durante la operación, la central generará energía a 13.8 kV y 60 Hz. La energía se conducirá mediante las subestaciones, buses, transformadores, alimentadores y tableros previstos en el diagrama unifilar.

La energía generada se entregará exclusivamente a la red particular del complejo agrícola. El proyecto no contempla exportación de energía ni operación en paralelo con la red pública.

- **Servicios sanitarios**

Durante la construcción se utilizarán baños portátiles para el personal de obra. La empresa prestadora deberá encargarse de la limpieza, extracción, transporte y disposición de los residuos sanitarios.

Durante la operación, el personal utilizará los baños y vestidores previstos para la central o las instalaciones sanitarias existentes del complejo. El sistema sanitario se instalará adecuadamente para evitar filtraciones, descargas no autorizadas y afectaciones al suelo o al acuífero.

- **Comunicaciones y control**

La central contará con un cuarto de control donde se instalarán tableros, computadoras y sistemas para monitorear:

- ✓ Generación eléctrica.
- ✓ Consumo de gas natural.
- ✓ Servicios propios.
- ✓ Temperatura y presión.
- ✓ Flujos de agua caliente.
- ✓ Circuitos HT y LT.
- ✓ Estado de transformadores.
- ✓ Protecciones eléctricas.
- ✓ Alarmas y paros de emergencia.

- **Manejo de residuos**

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la central de cogeneración se generarán residuos de distinta naturaleza y composición.

Su manejo se realizará bajo un esquema de separación en la fuente, almacenamiento temporal, aprovechamiento o valorización cuando sea técnicamente viable, transporte y entrega a prestadores autorizados, de acuerdo con la clasificación y el régimen de gestión aplicable.

La clasificación se efectuará conforme a las características, origen, composición y volumen de cada residuo. De manera general, se contemplan las siguientes categorías:

- ✓ **Residuos sólidos urbanos (RSU):** residuos generados en oficinas, áreas de servicio y actividades cotidianas del personal, como papel, cartón, envases, residuos orgánicos y otros materiales similares.

- ✓ **Residuos de manejo especial (RME):** residuos derivados de actividades de construcción, mantenimiento y operación que, por su volumen, composición o características particulares, no corresponden a residuos sólidos urbanos ni reúnen condiciones para clasificarse como peligrosos. Podrán incluir, según corresponda, madera, tarimas, plásticos, empaques, cables, chatarra, materiales de embalaje, residuos de construcción y equipos o componentes fuera de uso.

- ✓ **Residuos peligrosos (RP):** residuos que presenten alguna característica de peligrosidad, como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o carácter biológico-infeccioso, así como materiales, envases, recipientes, trapos, filtros, absorbentes, suelos u otros elementos contaminados con dichos residuos.

La central contará con áreas diferenciadas y claramente delimitadas para el almacenamiento temporal de cada categoría de residuo. Estas áreas se ubicarán en sitios de fácil acceso para las actividades de recolección y retiro, pero separados de invernaderos, almacenes de productos agrícolas, fuentes de calor, equipos eléctricos sensibles, reservorios, canales, alcantarillas y otras instalaciones hidráulicas.

2.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una central de cogeneración para autoconsumo aislado, integrada por motogeneradores de combustión interna a gas natural, alternadores eléctricos y sistemas de recuperación de calor útil en forma de agua caliente.

La central se desarrollará en dos etapas constructivas y contará con ocho unidades de generación MTU modelo 20V4000L64. La capacidad instalada total será de aproximadamente 19.06 MW eléctricos brutos, valor que se redondea a 20 MW para fines descriptivos.

La primera etapa comprenderá cinco motogeneradores con una potencia bruta conjunta de 11.91 MW, mientras que la segunda incorporará tres unidades adicionales con una potencia de 7.15 MW. La puesta en marcha se prevé para el segundo trimestre de 2028 en la etapa 1 y para el cuarto trimestre de 2028 en la etapa 2.

La energía eléctrica producida se destinará exclusivamente a los consumos internos del complejo agrícola Chada Farms mediante una red eléctrica

particular. El proyecto no considera la exportación de energía, la venta de excedentes ni la operación en paralelo con la red eléctrica pública.

De manera simultánea, la central aprovechará la energía térmica contenida en el circuito de enfriamiento de los motores y en los gases de escape. El calor recuperado se transferirá a un circuito de agua caliente destinado a los servicios térmicos de los invernaderos y demás instalaciones compatibles del complejo agrícola.

- **Sistema de suministro, regulación y aprovechamiento del gas natural**

El combustible de la central de cogeneración será gas natural. El sistema comprenderá las instalaciones requeridas para la recepción, filtración, regulación de presión, medición y distribución del combustible hacia los ocho motogeneradores MTU modelo 20V4000L64.

El gas natural será recibido en el punto de entrega definido para la central y conducido hacia la estación de regulación y medición. En esta estación se integrarán los equipos necesarios para controlar las condiciones de suministro, registrar el consumo y asegurar que el combustible llegue a los motores con la presión, caudal y calidad requeridos para una operación estable.

El sistema incluirá una válvula general de bloqueo en el ramal principal, tuberías de interconexión, filtros, reguladores de presión, medidores de flujo tipo coriolis, manómetros, válvulas de aislamiento, solenoides y accesorios de seguridad. Cada motogenerador contará con un tren de regulación instalado a pie de motor, compuesto por válvulas de corte, dispositivos de control, reguladores, manómetros y conexiones necesarias para su operación segura.

La presión de entrada de referencia se considera de aproximadamente 3 barg, aunque este parámetro deberá confirmarse durante la ingeniería de detalle, de acuerdo con las condiciones del proveedor de gas natural, los requerimientos del fabricante de los motores y el diseño definitivo de las tuberías.

El consumo de gas natural se incrementará conforme se incorporen las unidades de generación. Cada motogenerador tendrá un consumo térmico aproximado de 5,535 kWt, equivalente a alrededor de 19.9 GJ/h por unidad. Para el arreglo completo de ocho motogeneradores, el diagrama conceptual refiere un consumo conjunto aproximado de 79.7 GJ/h durante la operación a plena carga.

Una vez regulado, el gas será suministrado a los motores de combustión interna, donde su energía química se transformará en energía mecánica. Esta energía será transmitida al alternador eléctrico síncrono para producir electricidad a 13.8

kV y 60 Hz. La potencia bruta de referencia por unidad es de aproximadamente 2.38 MW.

El aprovechamiento energético no se limita a la generación eléctrica. Durante la combustión se recuperará el calor disponible tanto en el circuito de enfriamiento de las camisas del motor como en los gases de escape. La recuperación del calor del motor se realizará mediante intercambiadores de placas, mientras que la recuperación de los gases de escape se llevará a cabo mediante intercambiadores EGHE.

La energía térmica recuperada será transferida a un circuito independiente de agua caliente, sin mezcla directa entre los fluidos del motor y el agua de servicio del complejo. El agua caliente resultante será conducida hacia los servicios térmicos de los invernaderos, donde podrá utilizarse principalmente para calefacción y control climático.

No se contempla el uso, captación, tratamiento o aprovechamiento de biogás. En consecuencia, el proyecto no considera biodigestores, sistemas de captura, sopladores, desulfurización, antorchas, purificación de biogás ni producción de biometano.

2.2.1 Capacidad instalada y etapas constructivas

La central de cogeneración estará integrada por **ocho motogeneradores MTU modelo 20V4000L64**, alimentados con gas natural y acoplados a alternadores eléctricos síncronos.

Cada unidad tendrá una potencia eléctrica bruta estimada de aproximadamente 2.383 MW en las condiciones de sitio consideradas. La capacidad total de la central será de aproximadamente **19.06 MW eléctricos brutos**, valor que se redondea a 20 MW para fines descriptivos y de identificación general del proyecto.

La capacidad definitiva dependerá de la potencia de placa de los equipos seleccionados, de las condiciones ambientales del sitio, del desempeño real de los motogeneradores, de los requerimientos de servicios propios y de los resultados de las pruebas de puesta en marcha.

La instalación de los equipos se realizará de manera progresiva. La primera etapa comprenderá cinco motogeneradores y la infraestructura civil, eléctrica, mecánica y de control necesaria para su operación.

La segunda etapa incorporará tres unidades adicionales, junto con los equipos auxiliares, conexiones, tableros, alimentadores, sistemas de recuperación térmica y ampliaciones necesarias para alcanzar la capacidad total del proyecto. Cada etapa será instalada, probada y puesta en operación conforme a la disponibilidad de equipos, el avance de la ingeniería, la demanda eléctrica del complejo agrícola y las necesidades térmicas de los invernaderos.

La secuencia permitirá que el complejo incorpore la capacidad de generación de manera gradual, manteniendo la continuidad de sus actividades productivas y facilitando las pruebas individuales e integrales de los sistemas.

La capacidad eléctrica generada será utilizada exclusivamente para autoconsumo dentro de la red eléctrica particular de **Chada Farms.** No se contempla exportar energía a la red pública, vender excedentes ni operar en paralelo con la red eléctrica pública.

- **Unidad de generación y equipos principales**

Cada unidad de generación estará integrada por un motor de combustión interna a gas natural, acoplado a un alternador eléctrico síncrono para la producción de energía eléctrica a 13,800 V y 60 Hz. El conjunto incorporará sistemas auxiliares de suministro de combustible, enfriamiento, ventilación, lubricación, escape, control local, instrumentación, protección eléctrica y seguridad industrial.

Las características principales de cada unidad son:

Tabla 5 Características principales de unidades de generación

Parámetro	Valor
Modelo de referencia	MTU 20V4000L64
Potencia eléctrica bruta en sitio	2,383 kWe
Potencia térmica aprovechable	2,571 kWt ±8%
Consumo de gas natural	5,535 kWt
Tensión de generación	13,800 V
Frecuencia de operación	60 Hz
Eficiencia eléctrica	43.1%
Eficiencia térmica	46.5%
Eficiencia total	89.6%
Dimensiones aproximadas	7.1 × 2.0 × 2.4 m
Peso aproximado	**24,500 kg**

- **Sistema de ventilación y admisión**

El sistema de ventilación suministrará aire para la combustión y permitirá disipar el calor generado durante la operación de los equipos.

Estará integrado por louvers, filtros, motoventiladores axiales y elementos de atenuación acústica.

Los ventiladores contarán con equipos eléctricos para su arranque y paro, así como con controles asociados a la operación de cada motogenerador.

- **Sistemas de enfriamiento HT y LT**

Cada unidad contará con un circuito de enfriamiento de alta temperatura y un circuito de baja temperatura.

Estos sistemas incluirán bombas, aeroenfriadores remotos, tanques de expansión, válvulas de tres vías, tuberías de interconexión, instrumentos de presión y temperatura, y tanques de reposición de anticongelante.

Los planos técnicos consideran tanques de agua glicolada con capacidad de referencia de 1,000 litros por unidad, integrados por aproximadamente 350 litros de glicol y 650 litros de agua desmineralizada.

- **Sistema de lubricación**

El sistema de lubricación contará con un tanque de almacenamiento de aceite limpio, bomba de inyección, tuberías, filtros e instrumentación. El arreglo general considera un tanque de aceite limpio de referencia de 2,000 litros.

- **Sistema de escape**

El sistema de escape estará integrado por ductos de acero al carbono, silenciadores acústicos, chimeneas, aislamiento térmico, tapas contra lluvia y puertos de muestreo para el análisis de gases.

El flujo de gases de escape se estima en aproximadamente 11,528 kg/h por unidad, a una temperatura aproximada de 375 °C.

- **Sistema de detección y alarma de incendios**

El sistema de protección contra incendios contará con detectores de temperatura en el cuarto de máquinas, detectores de humo en el cuarto de control y en el

área de transformadores, sirenas con estrobo, estaciones manuales y panel de control.

En el cuarto de máquinas se consideran detectores de temperatura con activación a 92 °C. En áreas exteriores se instalarán sirenas y estaciones manuales de alarma.

2.2.3 Sistema eléctrico

La central generará energía eléctrica a 13,800 V y 60 Hz. La energía será conducida desde los alternadores hacia los tableros generales de media tensión y posteriormente hacia la red eléctrica particular del complejo agrícola.
La operación será en modalidad de autoconsumo aislado.

En consecuencia, la energía generada se utilizará exclusivamente en el sitio, sin exportación, venta de excedentes ni operación en paralelo con la red pública.

- **Tableros de media tensión**

Se instalarán tableros de interconexión en media tensión con bus encapsulado en gas SF6, con características de referencia de 17.5 kV, 1,250 A, 25 kA/3 s, 95 kV BIL, tres fases, tres hilos y 60 Hz.

Se instalará un tablero correspondiente a cada etapa constructiva, conforme al plano unifilar de la central.

- **Transformadores de servicios propios**

Se instalarán dos transformadores reductores tipo pedestal de 2,000 kVA, trifásicos, con primario de 13,800 V y secundario de 480/277 V, destinados a los servicios propios de las etapas 1 y 2.

También se considera un transformador tipo seco de 75 kVA, con primario de 480/277 V y secundario de 220Y/127 V, destinado a los servicios de alumbrado y contactos.

- **Alimentadores de generación**

La etapa 1 contará con seis alimentadores de media tensión, uno para cada motogenerador. La etapa 2 contará con tres alimentadores adicionales.

Los alimentadores utilizarán cable XLP de 15 kV, un hilo por fase, calibre 1/0 AWG de cobre, instalados en bancos de ductos de 4 pulgadas.

- **Protecciones, medición y control**

El sistema eléctrico contará con protección del alternador, protección contra sobrecorriente, falla a tierra, sobretensión, baja tensión, sobrefrecuencia y baja frecuencia.

También se instalarán equipos de sincronización entre unidades, control maestro de generación, medición de energía bruta, servicios propios y energía neta, así como sistemas de paro de emergencia y enclavamientos de seguridad.

- **Centros de control de motores**

Cada motogenerador contará con un Centro de Control de Motores para alimentar y controlar los equipos auxiliares, incluyendo aeroenfriadores, bombas HT y LT, bomba de agua de proceso, bomba de prelubricación y bomba de agua caliente.

- **Resistencia de puesta a tierra del neutro**

Cada generador contará con una resistencia para la puesta a tierra del neutro, con valores de referencia de 159.35 ohms, 50 A, 7.97 kV y 10 segundos.

- **Sistema de arranque**

Cada motogenerador contará con una marcha eléctrica, un banco de baterías selladas de 24 VCD y un cargador automático de 220/120 VCA a 24 VCD. La capacidad de arranque de referencia será de 1,406 A.

- **Sistema de control común**

El sistema de control común permitirá repartir la carga entre los grupos de generación, controlar la potencia en kW, limitar la carga y reducir la potencia con base en las condiciones del proceso.

- **Cuarto de control**

El cuarto de control se construirá con muros de block, losa de concreto armado, losa tapa, aplanados, pintura, plafón de yeso y louvers metálicos.

En su interior se instalarán los tableros de control y monitoreo, computadoras para visualizar los parámetros del proceso y las instalaciones necesarias para el personal operador.

- **Red de tierras**

La red de tierras se diseñará buscando una resistencia menor de 5 ohms. El sistema incluirá una malla de cobre, electrodos, varillas de puesta a tierra y conexiones a equipos eléctricos y estructuras metálicas.

- **Descripción mecánica y recuperación térmica**

  - **Sistema de combustible**

El sistema mecánico incluirá la recepción, filtración, regulación, medición y distribución del gas natural hacia cada unidad de generación.
El consumo mensual aumentará conforme se incorporen las unidades.

Como referencia conceptual, cada módulo representa un consumo aproximado de 13,087 GJ/mes.

  - **Recuperación de calor del circuito del motor**

El calor disponible en el circuito de enfriamiento del motor será recuperado mediante un intercambiador de placas.

El circuito del motor se representa con una temperatura de suministro de 93 °C, retorno de 78 °C y un flujo aproximado de 80 m³/h por unidad.

El intercambiador transferirá calor al circuito de agua caliente de servicio, manteniendo la separación hidráulica entre ambos circuitos.

  - **Recuperación de calor de los gases de escape**

Cada unidad contará con recuperación térmica adicional en los gases de escape mediante un EGHE.

El intercambiador permitirá transferir el calor residual de los gases al circuito de agua caliente, incrementando el aprovechamiento térmico global del sistema.

  - **Circuito de agua caliente**

La energía térmica recuperada será entregada al circuito de servicios térmicos del complejo. El diagrama conceptual considera un suministro aproximado de 88 °C y un retorno de 58 °C.

El sistema tendrá dos fuentes principales de recuperación:

- Calor del circuito de agua del motor mediante PHE.
- Calor de gases de escape mediante EGHE.

2.2.4 Sistemas auxiliares mecánicos

Los sistemas auxiliares mecánicos estarán destinados a garantizar la operación continua, segura y eficiente de los motogeneradores y de los sistemas de recuperación térmica. Estos sistemas funcionarán de manera coordinada con el sistema eléctrico, el sistema de control común y los dispositivos de seguridad de la central.

El conjunto estará integrado por el sistema de alimentación de gas natural, ventilación y disipación térmica, circuitos de enfriamiento HT y LT, interconexión con aeroenfriadores, sistema de lubricación, sistema de gases de escape, circuito de agua caliente, válvulas, instrumentación, sistemas de llenado, purga y expansión, aislamiento térmico, drenajes y equipos contra incendio.

Los sistemas se instalarán por unidad de generación y se integrarán progresivamente conforme se incorporen los motogeneradores de las dos etapas constructivas.

- **Sistema de alimentación de combustible**

El sistema de alimentación suministrará gas natural a cada motogenerador, la alimentación iniciará en el ramal principal de combustible, donde se instalará una válvula general de bloqueo para aislar la central o secciones específicas durante trabajos de mantenimiento o en caso de emergencia. A partir de este punto se instalarán las tuberías de interconexión hacia cada motogenerador.

El sistema incluirá filtración, regulación de presión y medición del combustible. Para este último propósito se considera un medidor de flujo tipo coriolis, que permitirá registrar el consumo individual o por grupo de generación.

Cada motogenerador contará con un tren de regulación de gas instalado a pie de motor, integrado por válvulas de bloqueo, solenoides, reguladores, manómetros, conexiones y accesorios de seguridad.

La presión de entrada de referencia es de aproximadamente 3 barg, sujeta a confirmación conforme a la especificación definitiva del equipo.

La operación del sistema se realizará adecuadamente para evitar fugas, sobrepresiones y condiciones de combustión inadecuadas. Por ello, se

realizarán inspecciones periódicas de tuberías, uniones, válvulas, reguladores, soportes e instrumentos. Las líneas contarán con señalización, identificación del sentido de flujo y acceso para mantenimiento.

En caso de emergencia, el sistema permitirá interrumpir el suministro de gas mediante el cierre de la válvula general y de las válvulas individuales de cada unidad.

- **Sistema de ventilación de aire forzado**

El sistema de ventilación suministrará el aire requerido para la combustión y contribuirá a la disipación del calor generado por los motogeneradores y sus equipos auxiliares.

La admisión de aire contará con louvers deflectores, filtros y elementos de atenuación acústica. Los louvers permitirán regular y proteger las entradas de aire, evitando el ingreso de lluvia, polvo, partículas u objetos extraños.

Los filtros retendrán partículas que puedan afectar la combustión, el desempeño de los motores o la operación de los equipos de enfriamiento. Su revisión y sustitución formarán parte del programa de mantenimiento preventivo.

La inyección de aire se realizará mediante motoventiladores axiales. Estos equipos estarán diseñados para proporcionar el caudal necesario en función de la carga térmica, las condiciones ambientales y la configuración de cada cuarto o área de motogeneradores.

El sistema contará con equipos eléctricos para el arranque y paro de los ventiladores, así como con controles, protecciones y señales de alarma. La operación estará vinculada con el sistema de control de la central, de modo que la ventilación se active antes del arranque del motor y continúe durante el periodo requerido después del paro.

La ventilación también tendrá una función de seguridad, ya que permitirá evitar acumulaciones de calor y favorecerá la dispersión de una posible fuga de gas, de acuerdo con los procedimientos y condiciones de diseño. Los equipos recibirán mantenimiento periódico para conservar su capacidad de operación y reducir la transmisión de ruido.

- **Sistema de enfriamiento de alta temperatura (HT)**

El sistema HT estará destinado a controlar la temperatura del circuito de alta temperatura del motor y a retirar el calor que no sea aprovechado en el sistema de recuperación térmica.

El circuito contará con bombas de circulación, tuberías, válvulas, instrumentos de temperatura y presión, radiador remoto o aeroenfriador, tanque de expansión y dispositivos de protección hidráulica.

Las bombas mantendrán la circulación del fluido de enfriamiento entre el motor, el intercambiador de calor y el radiador remoto. El flujo se mantendrá dentro de los parámetros establecidos por el fabricante para evitar sobretemperaturas, cavitación o disminución del rendimiento del motor.

El radiador remoto permitirá disipar al ambiente el calor que no se transfiera al circuito de agua caliente del usuario. Su capacidad estará determinada por la condición de operación, la temperatura ambiente, la carga del motor y el balance térmico de la central.

El tanque de expansión compensará las variaciones de volumen ocasionadas por los cambios de temperatura del fluido. El sistema contará con válvulas de aislamiento, purgas, drenajes y dispositivos de seguridad para facilitar el mantenimiento y evitar daños por sobrepresión.

La memoria técnica representa el circuito del motor con una temperatura de suministro de aproximadamente 93 °C, retorno de 78 °C y flujo de aproximadamente 80 m³/h por unidad.

- **Sistema de enfriamiento de baja temperatura (LT)**

El sistema LT controlará la temperatura de los componentes del motor que operan en un rango inferior al del circuito HT, así como de los equipos auxiliares que requieran enfriamiento específico.

El sistema estará integrado por bombas de circulación, tuberías, válvulas, instrumentos, radiador remoto o aeroenfriador y tanque de expansión.

Las bombas mantendrán el flujo requerido a través de los equipos de baja temperatura y permitirán transferir el calor hacia el sistema de disipación correspondiente. La operación se controlará mediante sensores de temperatura, presión y flujo.

El radiador remoto disipará el calor residual que no sea utilizado en el sistema térmico. El tanque de expansión absorberá los cambios volumétricos del fluido y contribuirá a mantener estable la presión del circuito.

El sistema LT operará de manera independiente del sistema HT, aunque ambos podrán compartir elementos auxiliares, controles y criterios de protección

conforme a la ingeniería del fabricante. Se realizarán inspecciones de bombas, radiadores, válvulas, conexiones, niveles de fluido y condiciones de operación.

- **Interconexión de radiadores y circuitos de enfriamiento**

La interconexión de los radiadores permitirá conectar los circuitos HT y LT de cada motogenerador con sus respectivos radiadores remotos o aeroenfriadores.

El sistema incluirá válvulas de tres vías para controlar la circulación de los circuitos HT y LT, regular la temperatura de operación y dirigir el flujo hacia el intercambiador o hacia el radiador, según las condiciones de carga y demanda térmica.

También se instalará un tanque de reposición de anticongelante para los motogeneradores y las tuberías necesarias para interconectar cada unidad con su radiador remoto.

Las tuberías contarán con soportes, aislamiento cuando sea necesario, válvulas de aislamiento, puntos de purga, drenajes e instrumentación.

El diseño prevé accesos para mantenimiento, desmontaje de equipos y sustitución de componentes.

La mezcla de agua glicolada utilizada en los circuitos conservará sus propiedades de protección contra congelamiento y corrosión. Se realizarán verificaciones periódicas de concentración, niveles, fugas y calidad del fluido.

La instalación evitará cruces o interferencias con las líneas de gas natural, cables de media tensión, bancos de ductos y áreas de circulación.

La distribución exacta de los sistemas se muestra en los diagramas correspondientes presentes en el **ANEXO 13** de este documento.

- **Sistema de lubricación**

El sistema de lubricación garantizará el suministro continuo de aceite limpio a los componentes internos de cada motogenerador.

El sistema estará integrado por un tanque de almacenamiento de aceite limpio, bomba de inyección, tuberías de interconexión, válvulas, filtros, instrumentos y accesorios de carga y drenaje.

El tanque contará con capacidad suficiente para abastecer al motor durante los periodos de operación y mantenimiento. De acuerdo con el arreglo general, se

considera un tanque de aceite limpio de referencia de 2,000 litros para el sistema.

La bomba de inyección suministrará aceite al motor conforme al caudal y presión requeridos por el fabricante. El sistema contará con indicadores de nivel, presión y temperatura, así como alarmas por bajo nivel o baja presión.

Las operaciones de llenado, transferencia y cambio de aceite se realizarán sobre superficies impermeables y con charolas de contención para evitar derrames. El aceite usado, filtros y materiales impregnados se clasificarán y manejarán como residuos peligrosos cuando corresponda.

El almacenamiento de aceite se efectuará en un área techada, señalizada, ventilada y alejada de fuentes de ignición.

El personal deberá contar con equipo de protección y procedimientos para el control de derrames en todo momento en la instalación.

- **Sistema de gases de escape**

El sistema de gases de escape conducirá los gases generados por la combustión del gas natural desde cada motogenerador hacia la chimenea correspondiente.

El sistema incluirá ductos de acero al carbono, silenciadores acústicos para instalación vertical, chimeneas, tapas contra lluvia, aislamiento térmico, soportes, juntas de expansión y puertos de muestreo.

Los silenciadores reducirán el nivel de ruido generado por el flujo de gases se seleccionarán en etapas posteriores del proyecto conforme a los límites acústicos aplicables y a las características del fabricante.

Los ductos se instalarán con aislamiento térmico dentro del cuarto de máquinas para reducir la transferencia de calor hacia las estructuras, proteger al personal y evitar el calentamiento excesivo de las áreas interiores.

Las chimeneas conducirán los gases a una altura y configuración que se definirá en etapas posteriores del proyecto. Los puertos de muestreo permitirán realizar mediciones de contaminantes y verificar el desempeño ambiental de las unidades.

Las tapas contra lluvia evitarán el ingreso de agua al sistema de escape. En el diseño considerarán pendientes, drenajes o dispositivos para el manejo de condensados cuando se generen.

El sistema contará con soportes estructurales, accesos para inspección y elementos que permitan la dilatación térmica de los ductos.

Las superficies calientes contarán con señalización y protección para evitar contacto accidental.

- **Sistema de agua sanitaria**

El sistema de agua sanitaria abastecerá al cuarto de control, áreas de operación, baños y vestidores de la central.

El sistema incluirá un tanque de almacenamiento, equipo hidroneumático, tuberías, válvulas, accesorios y un purificador de agua para el área de operación.

El tanque permitirá disponer de agua durante variaciones en el suministro del complejo. El sistema hidroneumático mantendrá la presión necesaria para los servicios sanitarios y de limpieza.

El purificador se utilizará para mejorar la calidad del agua destinada al consumo o a los servicios que lo requieran, de acuerdo con las condiciones de operación del complejo.

El agua sanitaria no se mezclará con los circuitos de enfriamiento, agua glicolada o agua caliente de recuperación térmica. Las aguas residuales generadas serán conducidas al sistema sanitario autorizado del complejo.

Las instalaciones incluirán válvulas de cierre, puntos de drenaje, protección contra fugas y accesibilidad para mantenimiento. Se recomienda utilizar dispositivos ahorradores para reducir el consumo de agua.

- **Sistema de detección y alarma de incendios**

El sistema de detección y alarma de incendios protegerá el cuarto de máquinas, cuarto de control, área de transformadores y áreas exteriores de la central.

En el cuarto de máquinas se instalarán dos detectores de temperatura con activación aproximada a 92 °C, una sirena con estrobo y una estación manual de disparo.

En el cuarto de control se instalarán dos detectores fotoeléctricos de humo, sus bases, una sirena con estrobo y una estación manual.

En el área de transformadores se instalará un detector fotoeléctrico de humo, su base, una sirena con estrobo y una estación manual de disparo y aborto.

En áreas exteriores se instalarán dos sirenas con estrobo y dos estaciones manuales de disparo y aborto.

Todos los dispositivos se conectarán a un panel de control con entradas y salidas digitales. El sistema en todo momento permitirá identificar la zona activada, transmitir señales de alarma, activar sirenas y ejecutar las acciones de paro o aislamiento que correspondan.

El sistema será instalado, programado, puesto en marcha y probado antes de la entrada en operación de cada etapa. Se realizarán inspecciones periódicas de detectores, sirenas, estaciones manuales, baterías, paneles y cableado.

La ubicación de extintores, rutas de evacuación, estaciones manuales y puntos de reunión que estará señalizado en el plano de protección civil y mantenerse visible durante toda la operación.

- **Obras provisionales**

Durante la etapa de construcción se instalarán obras provisionales de apoyo para la organización del personal, la supervisión de los trabajos y el resguardo de materiales.

Se considera la utilización de baños portátiles, cuya limpieza, mantenimiento y disposición de residuos estarán a cargo de la empresa prestadora del servicio.

Se habilitará una oficina temporal para trabajos de ingeniería, supervisión, coordinación y control documental. Asimismo, se dispondrá de un almacén temporal de insumos, herramientas, refacciones y materiales, ubicado en un área delimitada y protegida contra lluvia, acceso no autorizado y derrames.

Las torres de iluminación se utilizarán para proporcionar visibilidad durante maniobras, montajes y actividades autorizadas fuera del horario diurno. Su instalación evitará molestias innecesarias al entorno y contar con cableado protegido y conexión segura.

También se colocarán señalamientos informativos, preventivos, restrictivos y de protección civil en accesos, áreas de maniobra, zonas de izaje, excavaciones, instalaciones eléctricas, áreas de gas natural y rutas de evacuación.

Al finalizar cada etapa se retirarán las instalaciones provisionales, se limpiarán las áreas de trabajo y se trasladarán los residuos a los sitios autorizados. Las áreas utilizadas temporalmente se entregarán libres de materiales, residuos, combustibles, aceites y estructuras provisionales.

- **Criterio de operación térmica**

La energía térmica recuperada será aprovechada en forma de agua caliente para los servicios térmicos del complejo agrícola.

El agua caliente podrá utilizarse en los sistemas de calefacción de los invernaderos, conforme a los requerimientos de operación, perfiles horarios, capacidad de almacenamiento y distribución térmica del sitio.

La evaluación energética considera un flujo de agua caliente de 415.56 m³/h, con una temperatura de entrada de 55 °C y una temperatura de salida de 90 °C, así como una energía térmica aprovechable de 16,912 kWt. Por su parte, el diagrama conceptual de proceso representa condiciones de suministro de aproximadamente 88 °C y retorno de 58 °C. Los valores definitivos se establecerán en el balance térmico final.

2.2.7 Límites del proyecto

Los límites definen el alcance físico y funcional de la Central de Cogeneración **Chada Farms** y permiten diferenciar las obras, equipos y servicios incluidos en el proyecto respecto de las instalaciones existentes del complejo agrícola.

El límite de entrada del sistema corresponde al punto donde el gas natural será recibido en la estación de regulación y medición de la central. A partir de este punto se consideran incluidos los equipos de bloqueo, filtración, regulación, medición, distribución y conducción hacia los trenes de gas de cada motogenerador.

En materia eléctrica, el límite se establece en la salida de los tableros generales de generación de media tensión hacia la red eléctrica particular del usuario.

El alcance incluye los motogeneradores, alternadores, tableros de generación, subestaciones, transformadores, alimentadores, protecciones, medición, control, sincronización, centros de control de motores y sistemas de puesta a tierra necesarios para entregar la energía al complejo.

El límite térmico comprende la salida de agua caliente recuperada y la línea de retorno hacia los cabezales de distribución del usuario.

Se incluyen los intercambiadores de calor, bombas, tuberías, válvulas, instrumentos, sistemas de expansión, aislamiento térmico, drenajes y demás equipos necesarios para transferir el calor recuperado al circuito de servicios térmicos.

También forman parte de los límites de batería los sistemas auxiliares requeridos para la operación segura de los motogeneradores, incluyendo ventilación, enfriamiento HT y LT, aeroenfriadores, lubricación, escape, detección y alarma de incendios, control, arranque, baterías y servicios propios.

En términos generales, los límites del proyecto son los siguientes:

- ✓ Entrada de gas natural a la estación de regulación y medición.
- ✓ Salida eléctrica en los tableros de generación hacia la red particular.
- ✓ Salida de agua caliente hacia los cabezales del usuario.
- ✓ Retorno de agua caliente hacia la central.
- ✓ Equipos auxiliares y sistemas de seguridad de los motogeneradores.
- ✓ Obras civiles, cuartos técnicos, plataformas, bancos de ductos y áreas de maniobra directamente asociadas a la central.

No forman parte del alcance de esta memoria los sistemas internos de climatización de los invernaderos, la distribución secundaria del agua caliente dentro de cada nave, los equipos productivos agrícolas, los sistemas de fertirrigación, los sistemas de empaque, la refrigeración de producto ni las instalaciones internas que no sean necesarias para recibir la energía eléctrica o térmica de la central.

2.2.8 Criterios generales de seguridad

La Central de Cogeneración **Chada Farms** se diseñó, se construirá y operará considerando los riesgos asociados al uso de gas natural, la generación y distribución eléctrica en media tensión, la operación de motores de combustión interna, la presencia de equipos rotativos, superficies calientes, gases de escape, sistemas hidráulicos presurizados, aceites lubricantes y equipos auxiliares.

Los criterios de seguridad se aplicarán durante la preparación del sitio, construcción, montaje, pruebas, puesta en marcha, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de la central.

La se contemplará en la construcción las distancias de seguridad, accesos, rutas de circulación, áreas de mantenimiento, zonas de exclusión, dispositivos de

protección, sistemas de detección y alarma, medios de extinción, señalización, ventilación, control acústico y procedimientos de emergencia.

- **Seguridad en el sistema de gas natural**

El sistema de gas natural contará con válvulas de bloqueo general e individual, reguladores, solenoides, manómetros, medidores, dispositivos de alivio y trenes de regulación a pie de motor.

Las líneas estarán identificadas, soportadas y protegidas contra daños mecánicos. Se realizarán inspecciones periódicas para detectar fugas, deterioro, corrosión, fallas en conexiones o variaciones anormales de presión.

La central contará con procedimientos para cerrar el suministro de gas en caso de fuga, incendio, falla del motor, pérdida de ventilación o activación del paro de emergencia. Las áreas donde exista posibilidad de presencia de gas contarán con ventilación adecuada y control de fuentes de ignición.

- **Seguridad eléctrica**

El sistema eléctrico incluirá protecciones contra sobrecorriente, cortocircuito, falla a tierra, sobretensión, baja tensión, sobrefrecuencia y baja frecuencia.

Los tableros, transformadores, alimentadores y equipos de media tensión se mantendrán dentro de cuartos o áreas controladas, con acceso restringido y señalización de riesgo eléctrico.

La central contará con una red de tierras para equipos, estructuras metálicas, tableros, transformadores y sistemas de protección. La memoria técnica establece como referencia una resistencia menor de 5 ohms, cuidando los potenciales de paso y de toque.

También se considerarán sistemas de protección contra descargas atmosféricas, apartarrayos, conexiones equipotenciales y dispositivos antichispa en los equipos donde resulte aplicable.

- **Seguridad de equipos rotativos y superficies calientes**

Los motogeneradores, bombas, ventiladores y aeroenfriadores contarán con protecciones físicas, guardas y señalización para evitar contacto accidental con partes móviles.

Las tuberías, ductos de escape, intercambiadores, motores y superficies que alcancen temperaturas elevadas tendrán aislamiento térmico, barreras físicas y señalización preventiva.

El acceso a las áreas de mantenimiento se controlará mediante procedimientos de bloqueo y etiquetado, asegurando que el equipo se encuentre detenido, desenergizado, aislado y sin presión antes de iniciar cualquier intervención.

- **Ventilación y gases de escape**

El cuarto o área de motogeneradores contará con ventilación suficiente para suministrar aire de combustión, disipar el calor y evitar acumulaciones peligrosas de gas.

Los gases de escape serán conducidos mediante ductos, silenciadores y chimeneas. El sistema contará con aislamiento térmico y puertos de muestreo para verificar las condiciones de emisión.

Los ductos y chimeneas tendrán con soportes, accesos de inspección, protección contra lluvia y elementos para absorber la dilatación térmica.

- **Seguridad hidráulica**

Los circuitos HT, LT, agua glicolada y agua caliente contarán con válvulas de aislamiento, instrumentos de presión y temperatura, tanques de expansión, dispositivos de alivio, purgas y drenajes.

Las operaciones de llenado, purga y mantenimiento senejecutarán mediante procedimientos controlados, evitando la liberación de fluidos calientes o presurizados.

Los líquidos de purga, glicol, anticongelante o agua contaminada se recolectarán y manejarán adecuadamente conforme a sus características realizando procedimientos adecuados.

- **Sistema de detección y alarma de incendios**

El sistema de detección y alarma de incendios cubrirá el cuarto de máquinas, cuarto de control, área de transformadores y zonas exteriores.

Se instalarán detectores de temperatura en el cuarto de máquinas, detectores de humo en el cuarto de control y transformadores, sirenas con estrobo, estaciones manuales y un panel de control con entradas y salidas digitales.

El sistema se probará antes de la puesta en marcha de cada etapa y mantenerse mediante inspecciones periódicas, pruebas funcionales y sustitución de baterías o componentes cuando sea necesario.

- **Señalización y control de acceso**

La central contará con señalización informativa, preventiva y restrictiva en:

- ✓ Áreas de gas natural.
- ✓ Equipos de media tensión.
- ✓ Transformadores.
- ✓ Cuartos de máquinas.
- ✓ Superficies calientes.
- ✓ Áreas de ruido.
- ✓ Zonas de mantenimiento.
- ✓ Rutas de evacuación.
- ✓ Puntos de reunión.
- ✓ Áreas de almacenamiento de residuos.
- ✓ Equipos contra incendio.

El acceso a la central estará restringido al personal autorizado y capacitado. Las visitas y contratistas deberán cumplir los procedimientos de ingreso y seguridad establecidos por el complejo y se mantendrá un registro de ingreso.

- **Equipo de protección personal**

El personal utilizará en todo momento el equipo de protección correspondiente a la actividad, incluyendo casco, lentes, guantes, calzado de seguridad, protección auditiva, ropa de trabajo, chaleco de alta visibilidad y protección respiratoria cuando exista polvo, gases o sustancias que lo requieran.

El equipo se mantendrá en condiciones adecuadas y deberá sustituirse cuando pierda sus características de protección.

- **Capacitación y procedimientos**

Antes de iniciar actividades, el personal recibirá capacitación sobre operación segura, riesgos eléctricos, manejo de gas natural, uso de equipos de protección, control de derrames, prevención de incendios, evacuación y primeros auxilios. De igual manera, solo se utilizará personal capacitado y con los conocimientos necesarios para operar los equipos descritos.

También se dará a conocer a dicho personal y se mantendrán en el área mantenerse procedimientos escritos para:

- ✓ Arranque y paro de unidades.
- ✓ Cierre de suministro de gas.
- ✓ Paro de emergencia.
- ✓ Trabajos eléctricos.
- ✓ Bloqueo y etiquetado.
- ✓ Mantenimiento de equipos.
- ✓ Atención de incendios.
- ✓ Control de derrames.
- ✓ Evacuación.
- ✓ Comunicación con cuerpos de emergencia.

Planes de emergencia y simulacros

La central se integrará al Plan Interno de Protección Civil del complejo.

El plan incluye organización de brigadas, directorio de emergencias, rutas de evacuación, puntos de reunión, procedimientos de comunicación, equipos contra incendio, primeros auxilios y protocolos para fugas, incendios, explosiones, fallas eléctricas y derrames.

Se realizarán simulacros periódicos y se conservarán registros de capacitación, inspecciones, pruebas, mantenimiento y atención de incidentes.

En el apartado **6.4.3** de este documento, se presenta el programa de seguridad y atención a emergencias completo específico para este proyecto.

2.2.10 Cronograma de obras

El programa general actualizado contempla actividades durante 2026, 2027 y 2028, organizadas en dos etapas constructivas.

Para cada etapa se consideran las siguientes actividades principales:

- ✓ Ingeniería.
- ✓ Obra civil.
- ✓ Fabricación del generador.
- ✓ Flete del generador.
- ✓ Fabricación y flete de aeroenfriadores.
- ✓ Fabricación de intercambiadores.
- ✓ Flete de intercambiadores.
- ✓ Instalación electromecánica.
- ✓ Pruebas.
- ✓ Puesta en marcha.
- ✓ Entrega.

La etapa 1 contempla la instalación inicial de seis motogeneradores y su infraestructura asociada. La etapa 2 corresponde a la incorporación de tres unidades adicionales y a la ampliación de los sistemas eléctricos, mecánicos y térmicos.

La programación podrá ajustarse de acuerdo con el avance de la ingeniería, la fabricación de equipos, la disponibilidad de materiales, la

logística de transporte, las pruebas y la demanda eléctrica y térmica del complejo.

El cronograma de actividades desglosado se encuentra en el **ANEXO 8** correspondiente al programa general del proyecto.

Tabla 6 Cronograma de actividades 2026

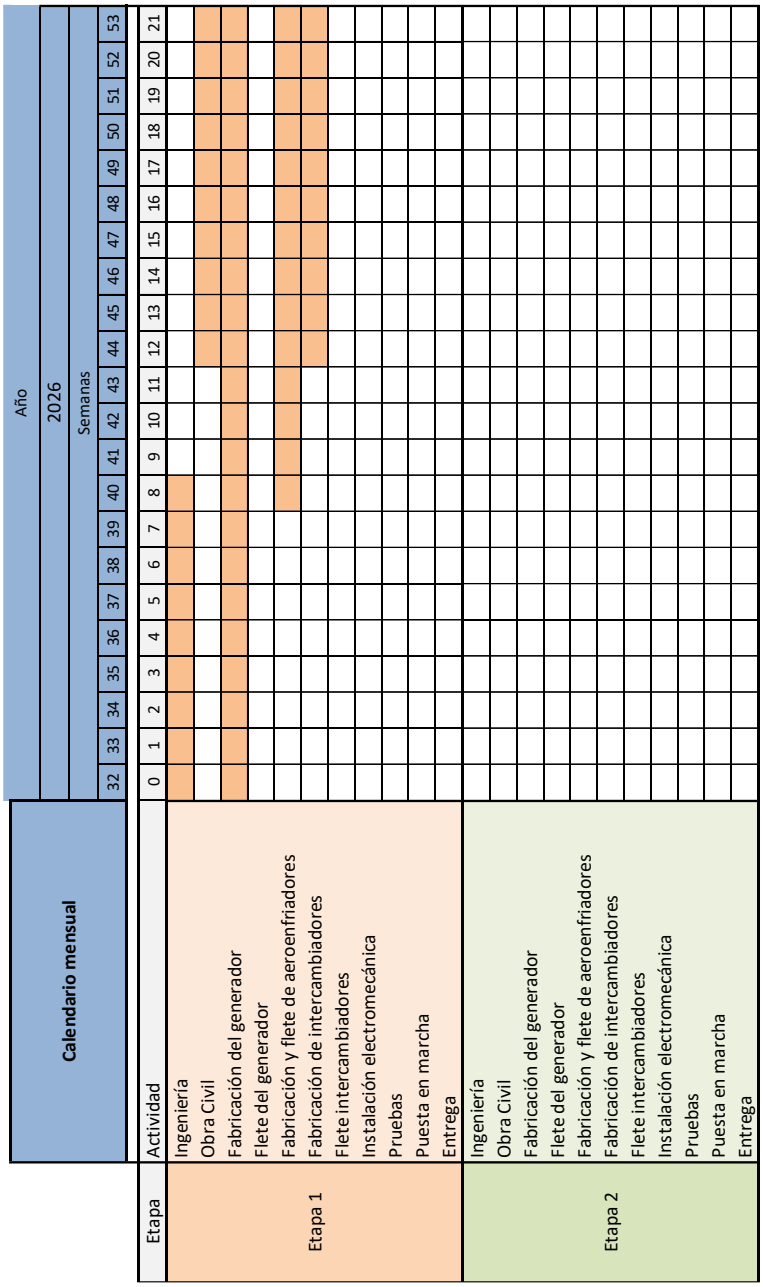


Tabla 7 Cronograma de actividades 2027

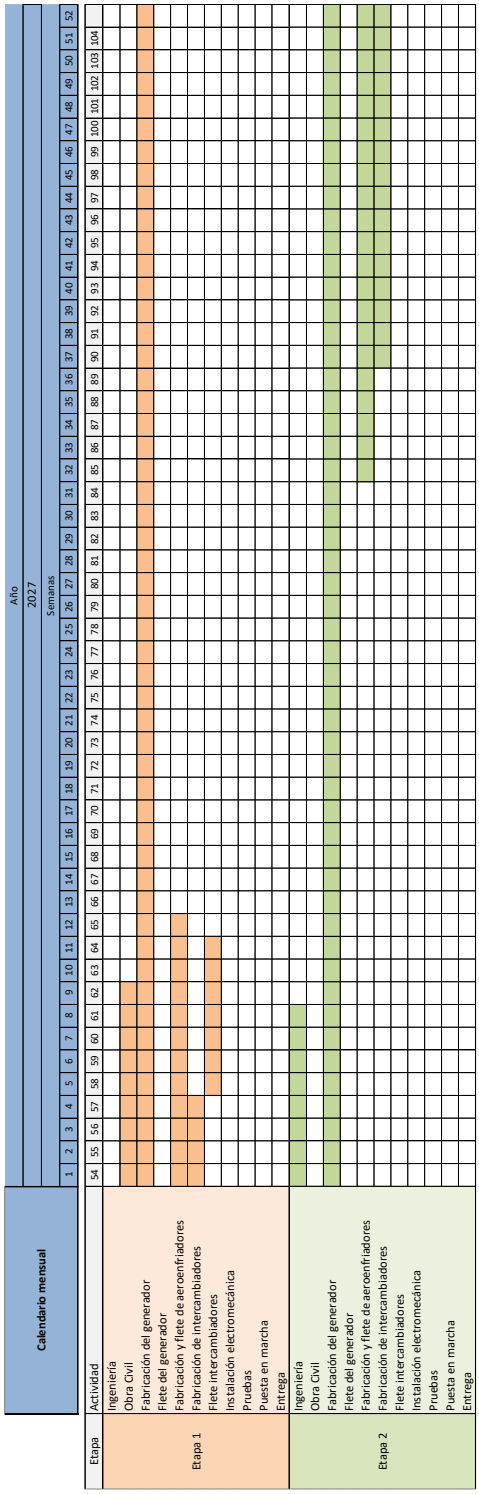
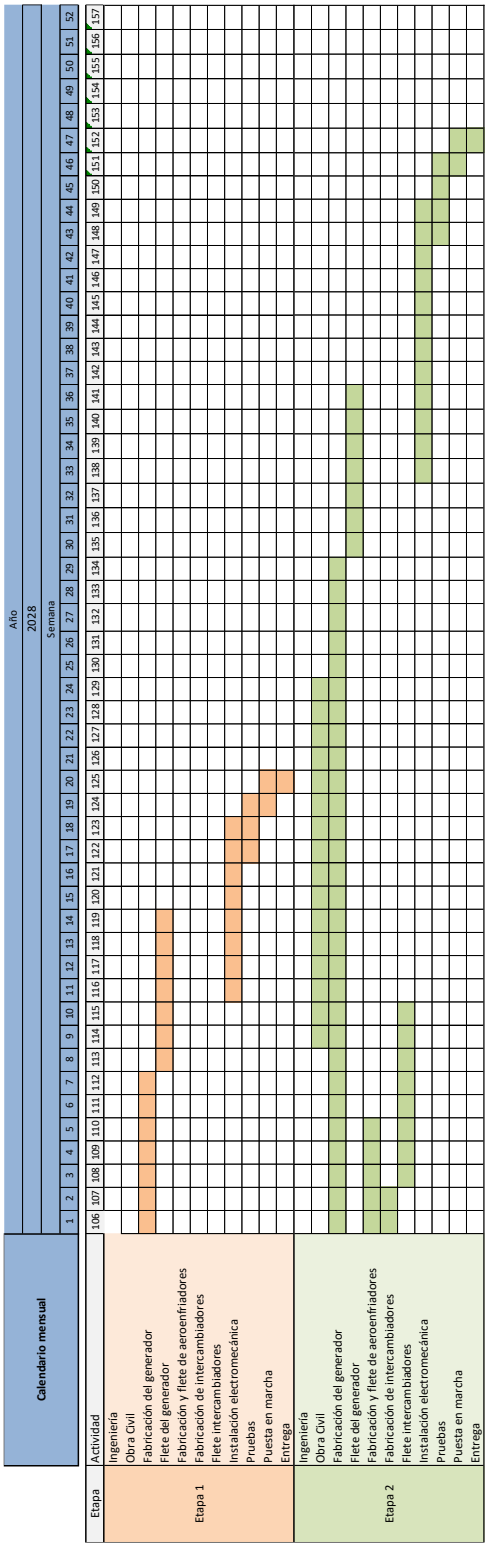


Tabla 8 Cronograma de actividades 2028



3.0 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y

3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio

La vinculación del proyecto con los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial se analiza considerando que el proyecto de la central de cogeneración se ubicará dentro de un complejo agrícola existente, en un predio previamente intervenido y destinado a actividades de agricultura protegida y apoyo agroindustrial. Por tanto, la central se concibe como infraestructura energética complementaria a la actividad productiva autorizada, no como una instalación industrial autónoma ni como un nuevo asentamiento urbano.

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de San Miguel de Allende reconoce que el desarrollo económico debe realizarse con base en la aptitud del territorio, la regulación del uso de suelo, la conservación de los recursos naturales y el aprovechamiento responsable de la infraestructura disponible. Entre sus principios se encuentran el equilibrio entre las actividades rurales y urbanas, el manejo integral del agua, el uso de tecnologías apropiadas y la protección de los componentes ambientales que sostienen la calidad de vida municipal.

El proyecto de la central de cogeneración se relaciona con dichos principios debido a que se instalará dentro de un complejo agrícola existente y aprovechará infraestructura previamente habilitada, como accesos, caminos internos, redes de agua, infraestructura eléctrica, áreas de operación, servicios sanitarios y sistemas de distribución térmica. Esta localización evita, en la medida de lo posible, la apertura de un nuevo predio industrial y reduce la necesidad de extender infraestructura eléctrica y térmica a grandes distancias.

El proyecto también es congruente con el enfoque de eficiencia en el uso de recursos, ya que la cogeneración permite producir electricidad y recuperar calor útil a partir de una misma fuente primaria de energía. La electricidad será destinada a los consumos internos del complejo agrícola, mientras que el agua caliente recuperada podrá utilizarse en los servicios térmicos de los invernaderos. Esta integración puede reducir la

necesidad de generar energía eléctrica y térmica mediante sistemas independientes.

El Plan Municipal de Desarrollo 2013–2042 y los instrumentos de ordenamiento territorial posteriores reconocen que el municipio debe orientar su crecimiento económico hacia actividades compatibles con la aptitud territorial, la conservación de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida. En las áreas rurales se promueve el aprovechamiento de los potenciales locales, incluyendo la producción de alimentos, la modernización de los sistemas productivos y la reducción de las desigualdades entre los ámbitos rural y urbano.

El proyecto de la central de cogeneración se vincula con este enfoque al apoyar la continuidad y confiabilidad energética de un complejo de producción agrícola protegida. Los invernaderos requieren energía para fertirrigación, bombeo, ventilación, automatización, climatización, iluminación, refrigeración, empaque y demás procesos asociados a la producción y manejo de hortalizas. La infraestructura de cogeneración permitirá atender estas demandas internas mediante una fuente localizada de energía eléctrica y térmica.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende 2019–2040 plantea un modelo territorial sostenible, adaptable y planificado, con énfasis en el cuidado del agua, suelo y biodiversidad; la prevención de contaminación; el fortalecimiento de las actividades rurales; la incorporación de opciones tecnológicas apropiadas y la mejora de los servicios e infraestructura existentes.

La construcción del proyecto de la central de cogeneración se alinea con estos objetivos porque contempla medidas de prevención y control para evitar la contaminación del suelo, agua y aire. Durante la preparación del sitio y construcción se limitará la intervención a las áreas requeridas para plataformas, cimentaciones, cuartos técnicos, bancos de ductos, tuberías y equipos auxiliares. Durante la operación se implementarán sistemas de contención para lubricantes y sustancias de mantenimiento, manejo diferenciado de residuos, protección de canales y redes hidráulicas existentes, control de emisiones, reducción de ruido y procedimientos de seguridad industrial.

El proyecto de la central de cogeneración también incorpora un enfoque de uso eficiente de la energía. La recuperación de calor de los circuitos del motor y de los gases de escape permitirá aprovechar energía térmica en forma de agua caliente, útil para la calefacción y operación térmica de

los invernaderos. Este aprovechamiento resulta compatible con la estrategia municipal de incorporar tecnologías que mejoren la eficiencia productiva y reduzcan el consumo de recursos.

El proyecto no se ubicará dentro de un área natural protegida, ecosistema frágil, cauce natural, cuerpo de agua, zona federal asociada a bienes nacionales o área identificada como de alta sensibilidad ambiental. El sitio se localiza dentro de un complejo agroindustrial previamente establecido, en una zona rural donde predominan actividades agrícolas, infraestructura de riego, caminos y áreas de producción protegida.

La vinculación con los instrumentos de ordenamiento se sustenta también en que el proyecto de la central de cogeneración no promoverá la expansión urbana, la ocupación de áreas de conservación ni la apertura de nuevos caminos fuera del complejo. La obra aprovechará accesos y servicios existentes, y su operación se limitará a satisfacer las necesidades energéticas del propio centro de consumo.

En este sentido, el proyecto de la central de cogeneración es congruente con los principios de ordenamiento ecológico y territorial aplicables al municipio, al integrarse a una actividad agroindustrial existente, promover el uso eficiente de energía, evitar la dispersión de infraestructura, mantener el uso productivo del predio y aplicar medidas de prevención, mitigación, manejo de residuos, control de emisiones y protección de los recursos ambientales.

Caracterización y análisis del sistema ambiental

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de San Miguel de Allende, Gto.

Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (2014)

De acuerdo a este instrumento, oficialmente decretado en 2014, para San Miguel de Allende se reconocen 48 Unidades de Gestión Ambiental y Territorial. Este instrumento formó el marco base sobre el cual se definió la nomenclatura de las UGATs municipales, así como otros detalles sobre sus políticas y criterios. A continuación, se muestra la distribución de las UGATs en el municipio.

Unidades de Gestión Ambiental y Territorial del PEDUOET 2014.

La UGAT en la que se encuentra inmersa la zona del proyecto, pertenece a la 263-1, que corresponde a la localidad de Los Rodríguez, cuyo uso de suelo y vegetación se clasifica para aprovechamiento sustentable (asentamientos humanos), con aptitud urbana.

Esta cuenta con una extensión de 93.05 ha, lo que representa el 0.06% del territorio municipal. El lineamiento aplicable para esta UGAT es garantizar el desarrollo urbano de los asentamientos humanos, promoviendo acciones para fortalecer el equipamiento y la cobertura de servicios para la población de la localidad y a la que depende de ella por la cercanía, contemplar el incremento de la densidad poblacional como la intensidad y diversificación de usos y servicios para que la localidad funcione como centro proveedor de servicios a las comunidades rurales cercanas. Impulsar la economía local según las características sociales, culturales, vocacionales y económicas de la región.

Las actividades compatibles con esta unidad son: Agroindustria, turismo alternativo, turismo convencional, asentamientos humanos urbanos, infraestructura lineal, infraestructura puntual, infraestructura del área, proyectos de energía solar, conservación y patrimonio histórico.

Las actividades condicionadas son: Acuacultura e industria ligera.

Las actividades incompatibles: Agricultura de temporal, agricultura de riego, agricultura de humedad, ganadería extensiva, ganadería intensiva, forestal maderable, forestal no maderable, proyectos de energía eólica, industria mediana, industria pesada, minería no metálica, minería metálica, sitio de disposición final.

Con la información anteriormente expuesta, se puede inferir que el proyecto no se contraviene con las políticas ecológicas y territoriales de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGAT 263-1)** en la que se encuentra el predio donde se pretende implementar la planta.

3.2 Programas de desarrollo urbano y uso del suelo

El análisis de los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial se realiza con el propósito de verificar que el proyecto de la central de cogeneración sea compatible con el uso actual del predio, la zonificación municipal y las políticas de aprovechamiento territorial aplicables.

El proyecto se localizará en el predio rústico San José, en la localidad de Los Rodríguez, municipio de San Miguel de Allende, dentro de un complejo agrícola previamente establecido. La infraestructura propuesta se integrará a las actividades de agricultura protegida y agroindustria existentes, sin promover un nuevo asentamiento urbano, ni la expansión de la mancha urbana hacia áreas naturales o de conservación.

La Estrategia de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial de San Miguel de Allende reconoce que el desarrollo municipal debe basarse en la aptitud del territorio, el aprovechamiento ordenado de los espacios disponibles, la conservación de los factores ecológicos y ambientales, la protección del patrimonio y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

El proyecto de la central de cogeneración se vincula con estos objetivos porque se ubicará dentro de una instalación agroindustrial existente, aprovechando accesos, vialidades, servicios, redes eléctricas, infraestructura hidráulica y áreas operativas ya habilitadas. Esta condición reduce la necesidad de ocupar nuevos predios, abrir caminos adicionales o extender infraestructura hacia zonas alejadas del centro de consumo.

La central tendrá como función suministrar energía eléctrica y térmica al complejo agrícola, lo cual permitirá mejorar la confiabilidad energética de los sistemas de agricultura protegida, tales como bombeo, fertirrigación, ventilación, automatización, climatización, iluminación, refrigeración, empaque y demás servicios auxiliares.

La incorporación de generación eléctrica localizada y recuperación de calor útil resulta compatible con el principio de promover opciones tecnológicas que mejoren el aprovechamiento de recursos y la eficiencia de los procesos productivos. La electricidad se utilizará exclusivamente dentro de la red particular del complejo, mientras que la energía térmica recuperada se destinará a los servicios de agua caliente y calefacción de los invernaderos.

- **Zonificación primaria**

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato definen la zonificación primaria como el instrumento que delimita las áreas que integran los centros de población. Esta zonificación comprende las áreas urbanizadas, urbanizables, reservas

de crecimiento, áreas no urbanizables, áreas naturales protegidas y la red de vialidades primarias.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende 2019–2040 establece estrategias de consolidación, mejoramiento, conservación y crecimiento de los centros de población, considerando la relación entre las actividades productivas, la infraestructura disponible, los recursos naturales y los servicios ambientales.

El proyecto de la central de cogeneración no se localiza dentro de la mancha urbana consolidada de la cabecera municipal ni dentro de las áreas urbanas de San Miguel de Allende o San Luis Rey. Se ubicará en el entorno rural de la localidad de Los Rodríguez, dentro de un predio que conserva un uso productivo agrícola y agroindustrial.

La central no implica la creación de un nuevo centro de población, fraccionamiento, desarrollo habitacional o reserva urbana. Su implantación se limita a una infraestructura energética puntual vinculada funcionalmente al complejo agrícola existente. En consecuencia, no genera presión para el crecimiento urbano, ocupación de áreas de reserva o modificación de la estructura territorial de los centros de población.

La zonificación primaria del municipio permite identificar que el proyecto se encuentra fuera de las áreas urbanas consolidadas y se integra a un entorno de producción agrícola. Su localización dentro del complejo Chada Farms favorece la concentración de infraestructura en una superficie ya utilizada para fines productivos, evitando la dispersión de instalaciones hacia áreas rurales adicionales.

Las Figuras correspondientes a la zonificación primaria municipal, de los centros de población de San Miguel de Allende y San Luis Rey, y de la localidad de Los Rodríguez deberán utilizarse únicamente como referencia territorial para mostrar la ubicación relativa del predio respecto de los centros urbanos y de la estructura vial municipal.

El proyecto de la central de cogeneración **es compatible con el enfoque de desarrollo territorial sostenible del municipio, al concentrar infraestructura energética dentro de un complejo agroindustrial existente**, evitar la dispersión territorial, apoyar la productividad agrícola protegida y considerar medidas para prevenir, reducir y controlar los impactos ambientales asociados a su construcción y operación.

3.3 Áreas naturales protegidas

La ubicación del proyecto de la central de cogeneración se revisó respecto de las áreas naturales protegidas, áreas destinadas voluntariamente a la conservación, zonas de recarga, humedales, sitios con pasivos ambientales y demás espacios de atención especial identificados en los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental aplicables al municipio de San Miguel de Allende.

El análisis tiene como propósito verificar que la instalación de la central no interfiera con áreas de conservación, ecosistemas prioritarios, cuerpos de agua relevantes, zonas de recarga de alto potencial, sitios contaminados o áreas sujetas a regulación ambiental especial. El proyecto se desarrollará dentro de un complejo agrícola existente, en un entorno previamente intervenido por actividades de agricultura protegida, infraestructura agroindustrial, caminos internos, redes hidráulicas y áreas de servicios.

- **Áreas Naturales Protegidas y ADVC**

De acuerdo con el Inventario de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato y con la información del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende, en el municipio se identifican dos Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación de competencia federal, certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

La primera corresponde al Santuario Cañada de la Virgen, certificado como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación el 13 de julio de 2011, con certificado número 262, superficie aproximada de 5,001 ha y vigencia de 99 años. Esta área se localiza hacia el surponiente del municipio y conserva relictos de matorral xerófilo, manantiales, corrientes de agua y elementos de valor arqueológico y cultural.

La segunda corresponde al Jardín Botánico El Charco del Ingenio, certificado como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación el 25 de agosto de 2014, con certificado número 374, superficie aproximada de 66.1216 ha y vigencia de 99 años. Esta área presenta relevancia ecológica, cultural y escénica por la presencia de cactáceas, suculentas, fauna local y migratoria, vestigios arqueológicos e infraestructura histórica.

El Jardín Botánico se encuentra relacionado con la Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio y Zonas Aledañas, declarada por el Ayuntamiento de San Miguel de Allende. La regulación de esta zona tiene como objetivo restringir el crecimiento inmobiliario, proteger la vegetación nativa y reducir los impactos visuales y ecológicos sobre las áreas de conservación.

El proyecto de la central de cogeneración no se localiza dentro de ninguna de estas áreas ni dentro de sus zonas de conservación o amortiguamiento. El sitio se ubica en la localidad de Los Rodríguez, dentro de un complejo agrícola previamente establecido, separado de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación y de la Zona de Preservación Ecológica El Charco del Ingenio.

Por tanto, el proyecto no implica ocupación, fragmentación, remoción de vegetación ni intervención directa sobre las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación referidas. Tampoco se prevé afectar sus objetivos de protección, manejo, conservación de hábitat, valores paisajísticos o elementos culturales.

- **Zonas de recarga de acuífero**

Las zonas de recarga representan superficies en las que el agua de lluvia puede infiltrarse y percolar hacia el subsuelo, contribuyendo a la recarga de los acuíferos. La Comisión Estatal del Agua de Guanajuato elaboró en 2018 el estudio denominado Delimitación de zonas de recarga como apoyo administrativo del ordenamiento territorial del Estado de Guanajuato, cuyos resultados fueron considerados en los instrumentos estatales de ordenamiento territorial.

Las zonas de recarga se clasifican de acuerdo con su potencial de infiltración. Las zonas de recarga tipo 1 presentan alto potencial, asociado a materiales permeables, baja pendiente, continuidad hidráulica, baja densidad de drenaje y suelos de textura gruesa o media. Las zonas tipo 2 presentan potencial moderado y condiciones intermedias de permeabilidad, pendiente y continuidad hidráulica. Las zonas tipo 3 presentan menor o nulo potencial de recarga debido a materiales poco permeables, pendientes mayores, drenaje desarrollado, presencia de bordos, cuerpos de agua o asentamientos humanos.

Conforme a la cartografía disponible y a los antecedentes ambientales del complejo agrícola, el área del proyecto se encuentra en un sector de bajo potencial de recarga. Esta condición se asocia con la transformación

previa del suelo por actividades agrícolas, caminos, infraestructura productiva y sistemas hidráulicos existentes.

El proyecto de la central de cogeneración no contempla la apertura de nuevas áreas extensivas ni la ocupación de zonas de alto potencial de recarga. Las obras se concentrarán en una superficie puntual previamente intervenida dentro del complejo agrícola.

Aun así, deberán aplicarse medidas para evitar la contaminación del subsuelo, como la impermeabilización de áreas de almacenamiento temporal de aceites, lubricantes, glicol y residuos peligrosos; el uso de charolas de contención; el mantenimiento de maquinaria fuera de los frentes de obra; el control de derrames y la conducción adecuada de escurrimientos superficiales.

- **Humedales y cuerpos de agua relevantes**

En el municipio de San Miguel de Allende, la Presa Allende constituye uno de los cuerpos de agua lénticos de mayor extensión y relevancia para la fauna local y migratoria. También se reconoce el humedal localizado en la Presa Las Colonias, dentro del Jardín Botánico El Charco del Ingenio, así como pequeños humedales asociados al río San Marcos y al río Laja.

El proyecto de la central de cogeneración no se ubicará dentro de la Presa Allende, Presa Las Colonias, río Laja, río San Marcos, humedales reconocidos ni cuerpos de agua naturales. Tampoco se instalará sobre cauces, zonas federales, áreas inundables o ecosistemas acuáticos.

Dentro del complejo agrícola existen reservorios, canales de riego, alcantarillas, tuberías, sistemas de distribución de agua, fosa séptica y planta de tratamiento. Estos elementos constituyen infraestructura hidráulica artificial y no corresponden a humedales naturales.

Durante la construcción y operación deberán protegerse los reservorios, canales y líneas de riego existentes. Se prohíbe la descarga de aguas residuales, lubricantes, residuos, concreto, materiales de excavación o sustancias peligrosas hacia los canales, escurrimientos o cuerpos de agua.

- **Pasivos ambientales y sitios contaminados**

Los pasivos ambientales son sitios contaminados por materiales o residuos peligrosos que no fueron remediados oportunamente y que generan una obligación de restauración o saneamiento. En el municipio de San Miguel de Allende se han identificado sitios asociados a tiraderos de residuos, entre ellos el tiradero de Palo Colorado.

El proyecto de la central de cogeneración no se localiza dentro de los sitios identificados como pasivos ambientales, ni en el entorno inmediato de tiraderos, rellenos sanitarios o sitios contaminados reconocidos en los instrumentos municipales o estatales de referencia.

La central se ubicará dentro de un complejo agrícola existente, separado de las zonas identificadas con pasivos ambientales. No se prevé remoción, excavación o manejo de suelos contaminados como parte del proyecto.

No obstante, durante todas las etapas se deberán adoptar medidas para prevenir la generación de nuevos pasivos ambientales. Estas medidas incluirán el almacenamiento temporal de residuos peligrosos sobre superficies impermeables, el uso de contención secundaria, la separación de residuos, la entrega a gestores autorizados, la prevención de derrames y el mantenimiento de bitácoras de generación y disposición final.

El proyecto de la central de cogeneración **no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas, áreas destinadas voluntariamente a la conservación, zonas de preservación ecológica, humedales relevantes, cuerpos de agua naturales, sitios con pasivos ambientales ni polígonos propuestos para conservación estatal.**

Su instalación se realizará dentro de un complejo agrícola previamente intervenido, con uso de suelo agrícola y agroindustrial. Por ello, no se prevé afectación directa sobre los valores de conservación identificados en el municipio.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Las Normas Oficiales Mexicanas constituyen disposiciones técnicas de observancia obligatoria que establecen especificaciones, criterios de seguridad, métodos de prueba, límites permisibles y procedimientos aplicables a actividades productivas, ambientales, energéticas, laborales y de transporte.

Para el proyecto de la central de cogeneración se revisaron las normas relacionadas con el suministro y uso de gas natural, generación eléctrica, emisiones atmosféricas, aguas residuales, manejo de residuos, transporte de materiales peligrosos, seguridad industrial, protección civil y ruido.

A continuación, se genera la tabla con el análisis de toda la normatividad aplicable al proyecto. Incluyendo las NOMs.

Tabla 9 Ordenamientos jurídicos aplicables

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Construcción	Impacto ambiental	LGEEPA, arts. 28, 30 y 35; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental	La construcción de la central, obras auxiliares y demás infraestructura asociada puede estar sujeta a evaluación federal.	Obtener autorización de impacto ambiental antes de iniciar las obras comprendidas en el proyecto.	SEMARNAT / PROFEPA
Construcción	Impacto ambiental	Condicionantes de la autorización de impacto ambiental.	Las obras deben ejecutarse conforme al proyecto evaluado.	Implementar medidas de prevención, mitigación, compensación y vigilancia ambiental.	SEMARNAT / PROFEPA
Construcción	POET federal	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	El predio se encuentra dentro del ámbito del POEGT y debe vincularse con la UAB correspondiente.	La UGAT en la que se encuentra inmersa la zona del proyecto, pertenece a la 263-1, que corresponde a la localidad de Los Rodríguez, cuyo uso de suelo y vegetación se clasifica paramaprovechamiento sustentable (asentamientos humanos), con aptitud urbana, por lo que el proyecto no	SEMARNAT
Construcción	POET estatal	PEDUOET Guanajuato 2040.	El proyecto debe ser compatible con la UGAT estatal correspondiente.		IPLANEG / SMAOT

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
				contraviene con las políticas ecológicas y territoriales de la Unidad de Gestión Ambiental (UGAT 263-1)"	
Construcción	POET municipal / desarrollo urbano	PMDUOET San Miguel de Allende 2019–2040 y sus modificaciones vigentes.	Determina la ordenación ecológica y territorial del sitio.	El área donde se ubicará el proyecto es compatible a las actividades que ya se desarrollan.	Municipio de San Miguel de Allende
Construcción	Uso de suelo municipal	Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato y reglamentación municipal.	La instalación requiere compatibilidad urbanística.	Dictamen de uso de suelo, licencia, compatibilidad de giro y planos autorizados.	Municipio
Construcción	Desarrollo urbano	Zonificación primaria/secundaria del PMDUOET.	Debe verificarse si el predio se encuentra en área urbana, urbanizable, rural/no urbanizable o de conservación.	Plano de zonificación y dictamen de compatibilidad.	Municipio
Construcción	ANP / conservación	Decretos y programas de manejo de ANP federales y estatales; ADVC.	Existen figuras de conservación en San Miguel de Allende, entre ellas Cañada de	El proyecto no se ubica en ninguna área natural protegida.	CONANP / SEMARNAT / SMAOT

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
			la Virgen y El Charco del Ingenio.		
Construcción	Restauración ecológica	LGEEPA y programas/declaratorias de restauración aplicables.	Debe determinarse si el predio está dentro de una zona formalmente declarada para restauración.	El proyecto no se ubica en ninguna con alguna condición de restauración ecológica	SEMARNAT / SMAOT / Municipio
Construcción	Recursos forestales	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento	El sitio no se ubica en algún sitio provisto de vegetación forestal, por lo que no aplica ningún requisito sobre este asunto.	No aplica	SEMARNAT
Construcción	Recursos forestales – madera	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y disposiciones sobre legal procedencia de productos forestales.	La construcción puede utilizar madera para cimbras, embalajes, tarimas, etc.	Utilizar productos forestales de procedencia legal y conservar trazabilidad.	SEMARNAT / PROFEPA
Construcción	Flora y fauna	Ley General de Vida Silvestre y NOM-059-SEMARNAT-2010.	Movimiento de maquinaria y preparación del terreno pueden afectar fauna y flora.	En el sitio específico del proyecto no se identifica alguna colonia o presencia en madrigueras de especies silvestres, sin	SEMARNAT / PROFEPA

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
				embargo se considera establecer lineamientos específicos al personal para respetar la fauna del lugar en caso de ser observada.	
Construcción	Agua	Ley de Aguas Nacionales.	Puede requerirse agua para construcción y servicios.	Acreditar origen legal del agua.	CONAGUA / Municipio
Construcción	Agua residual	NOM-002-SEMARNAT-1996 o NOM-001-SEMARNAT-2021, según destino.	Durante construcción pueden generarse aguas sanitarias y otras corrientes.	Evitar descargas no autorizadas y cumplir condiciones del receptor.	CONAGUA / organismo operador
Construcción	Residuos peligrosos	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y NOM-052-SEMARNAT-2005.	Mantenimiento de maquinaria puede generar aceites usados, filtros, estopas contaminadas, etc.	Registro de generador, bitácoras, manifiestos de disposición de los residuos generados	SEMARNAT / PROFEPA
Construcción	Residuos de manejo especial	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, NOM-161-SEMARNAT-2011 y Ley para la Gestión Integral de	Se generarán residuos de construcción, metales, madera, empaques y otros.	Segregar, valorizar y entregar a gestores autorizados; se deberá contar con Plan/registro, contratos, manifiestos y comprobantes.	Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
		Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato.			
Construcción	Residuos Sólidos Urbanos	Legislación estatal y municipal de residuos.	Personal de construcción generará residuos domésticos.	Separar, almacenar y entregar al servicio correspondiente.	Municipio
Construcción	Aire	NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2017 y demás disposiciones aplicables.	Maquinaria y vehículos generarán emisiones durante construcción.	Mantenimiento y control de maquinaria y vehículos. Se deberá contar con bitácoras de mantenimiento, verificaciones y programa de control.	SEMARNAT / Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato
Construcción	Polvo / partículas	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y disposiciones municipales.	Movimiento de tierras, tránsito y almacenamiento de materiales pueden generar partículas.	Humectación, control de velocidad, cubiertas y limpieza de vialidades. Se deberá contar con evidencia como Programa ambiental, bitácoras y evidencia fotográfica	Municipio / SEMARNAT
Construcción	Ruido	NOM-081-SEMARNAT-1994 y disposiciones de seguridad ocupacional.	Maquinaria y actividades constructivas generan ruido.	Controlar horarios, mantenimiento y niveles de emisión.	SEMARNAT / Municipio / STPS

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Construcción	Suelo y subsuelo	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR y NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, cuando corresponda.	Riesgo de contaminación por derrames de combustibles	Sistemas de contención de derrames y atención inmediata de derrames.	SEMARNAT / PROFEPA
Construcción	Seguridad industrial	NOM-002-STPS-2010, NOM-005-STPS-1998, NOM-011-STPS-2011, NOM-017-STPS-2008, NOM-026-STPS-2008, NOM-027-2008, NOM-029-2011, NOM-033-STPS-2015 y demás aplicables.	Las actividades de montaje y construcción presentan riesgos eléctricos, mecánicos, químicos y de trabajo en altura.	Implementar procedimientos, permisos de trabajo, EPP y controles. Se debe contar con análisis de riesgos, permisos, capacitación, inspecciones y registros.	STPS
Construcción	Protección civil	Ley General de Protección Civil y legislación estatal/municipal.	Construcción de infraestructura industrial con riesgos de incendio y accidentes.	Programa de emergencias, brigadas, rutas de evacuación y coordinación con autoridades. Se debe contar con Programa,	Protección Civil estatal/municipal

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
				actas, capacitación y simulacros	
Operación–mantenimiento	Generación de energía eléctrica	Legislación del sector eléctrico vigente.	La instalación producirá energía eléctrica mediante cogeneración.	Contar con la modalidad, permisos/registro y condiciones de interconexión que correspondan. Se debe contar con Autorización/registro aplicable, contrato de interconexión, estudios y diagramas.	CNE / CENACE, según modalidad
Operación–mantenimiento	Aire – turbinas	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Reglamento de la LGEEPA en materia de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, NOM-165-SEMARNAT-2013	Las turbinas de gas constituyen fuentes fijas de emisiones contaminantes de la atmósfera, que incluye la emisión sustancias químicas peligrosas al aire, agua, suelo y subsuelo, así como su transferencia en residuos o aguas residuales	Licencia Ambiental de Funcionamiento, Cédula de Operación Anual	SEMARNAT / PROFEPA

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Operación–mantenimiento	Aire – turbinas	Ley General de Cambio Climático y su Reglamento	El uso de gas natural como combustible implicará la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero	Cédula de Operación Anual	SEMARNAT / PROFEPA
Operación–mantenimiento	Aire – turbinas	NOM-016-SEMARNAT-2024.	Las turbinas de gas constituyen las principales fuentes fijas de emisión.	Cumplir LMP, condiciones de operación, medición y mantenimiento. Se deberá contar con estudios de emisiones, informes de laboratorio, bitácoras de combustible y mantenimiento.	SEMARNAT / PROFEPA
Operación–mantenimiento	Aire – fuentes móviles	NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2017	Vehículos y equipos móviles utilizados durante operación y mantenimiento.	Mantenerlos dentro de los límites aplicables. Se deberá contar con verificaciones, mantenimiento y registros.	Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato
Operación–mantenimiento	Ruido ambiental	NOM-081-SEMARNAT-1994.	Turbinas, ventiladores, bombas, transformadores y otros equipos generan ruido.	Realizar mediciones perimetrales y aplicar controles acústicos. Se deberá contar con estudio de ruido, puntos de medición y calibraciones.	SEMARNAT / Municipio

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Operación–mantenimiento	Agua	Ley de Aguas Nacionales.	La central puede utilizar agua para vapor, enfriamiento, servicios y otros procesos.	Contar con derechos de aprovechamiento y controlar volúmenes. Se deberá contar con Título de concesión, REPDA, medidores y bitácoras.	CONAGUA
Operación–mantenimiento	Agua residual	NOM-001-SEMARNAT-2021 / NOM-002-SEMARNAT-1996.	Purgas de caldera/HRSG, torres de enfriamiento, servicios y aguas sanitarias.	Determinar destino de cada corriente y cumplir los límites permisibles de contaminantes en las descargas. Se deberá contar con permiso de descarga, análisis, cadenas de custodia y bitácoras.	CONAGUA / organismo operador
Operación–mantenimiento	Residuos peligrosos	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos / NOM-052-SEMARNAT-2005.	Aceites usados, filtros, absorbentes, solventes, baterías, etc.	Manejo integral desde generación hasta destino final. Mantener áreas diferenciadas, señalizadas y con contención cuando corresponda. Se deberá contar con registro como generador, bitácoras, manifiestos, contratos y certificados.	SEMARNAT / PROFEPA

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Operación–mantenimiento	Residuos de manejo especial	NOM-161 y legislación estatal.	Chatarra, empaques, residuos de mantenimiento y otros.	Segregación, valorización y disposición conforme a autorización estatal. Mantener áreas diferenciadas, señalizadas y con contención cuando corresponda. Se deberá contar con Plan de manejo, contratos y comprobantes.	Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato
Operación–mantenimiento	Residuos Sólidos Urbanos	Regulación municipal.	Residuos de oficinas, comedor y servicios.	Separación y entrega al servicio autorizado.	Municipio
Operación–mantenimiento	Riesgo ambiental – AAR	LGEEPA y Listados de Actividades Altamente Riesgosas.	El gas natural está considerado en el Segundo Listado de las Actividades Altamente Riesgosas, sin embargo, no ocurrirá un almacenamiento y por tanto no se alcanzará el valor de Cantidad de Reporte que refiera a que el proyecto sea una Actividad Altamente Riesgosa, por lo que	Estudio de Riesgo Ambiental Estatal	Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
			caería en una Actividad Riesgosa de competencia estatal.		
Operación–mantenimiento	Incendios	NOM-002-STPS-2010.	Gas natural y equipos de combustión presentan riesgo de incendio.	Sistema contra incendio, detección, alarmas, extintores y brigadas. Estudio de riesgo, planos, inspecciones, pruebas y simulacros.	STPS / Protección Civil
Operación–mantenimiento	Sustancias químicas	NOM-005-STPS-1998 y NOM-018-STPS-2015.	Se utilizarán químicos para tratamiento de agua y mantenimiento.	Almacenamiento, identificación, HDS y capacitación.	STPS
Operación–mantenimiento	Caldera	NOM-020-STPS-2011.	El HRSG/caldera y recipientes asociados están sujetos a requisitos de seguridad.	Clasificación, expediente, inspecciones, pruebas y dispositivos de seguridad.	STPS
Operación–mantenimiento	Electricidad estática	NOM-022-STPS-2015.	Puede presentarse en áreas de manejo de gas y otros procesos.	Puesta a tierra y equipotencialidad.	STPS
Operación–mantenimiento	Señalización	NOM-026-STPS-2008.	La instalación tendrá redes de gas, vapor, agua, aire y químicos.	Identificación de tuberías, colores y flujo.	STPS

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Operación–mantenimiento	Instalaciones eléctricas	NOM-029-STPS-2011.	Generador, subestación y tableros eléctricos.	Procedimientos, mantenimiento y bloqueo-etiquetado.	STPS
Operación–mantenimiento	Maquinaria	NOM-004-STPS-1999.	Turbinas, bombas, ventiladores y equipos rotativos.	Guardas y dispositivos de seguridad.	STPS
Operación–mantenimiento	Protección civil	Ley General de Protección Civil y legislación estatal/municipal.	Riesgos tecnológicos por gas, incendio, explosión y sustancias químicas.	Programa Interno de Protección Civil y Unidad Interna, actas, capacitación y simulacros, Plan de respuesta, simulacros	Protección Civil
Operación–mantenimiento	Suelo y subsuelo	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR y NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, cuando corresponda.	Riesgo de contaminación por sustancias químicas, tales como aceites lubricantes, combustibles.	Áreas impermeabilizadas, contención y atención inmediata de derrames. Inspecciones, pruebas, registros y estudios de suelo cuando proceda.	SEMARNAT / PROFEPA

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
Abandono	Impacto ambiental	Condicionantes de la autorización ambiental	El retiro de la central puede generar nuevos impactos.	Ejecutar programa de desmantelamiento y cierre conforme a autorización, Programa de abandono, informes y evidencia fotográfica.	SEMARNAT / PROFEPA
Abandono	Residuos peligrosos	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos / NOM-052-SEMARNAT-2005	Aceites, equipos contaminados, baterías y otros residuos durante desmantelamiento.	Segregación, almacenamiento y disposición con gestores autorizados.	SEMARNAT
Abandono	Residuos de manejo especial	Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato/ NOM-161-SEMARNAT-2011	Se generará gran cantidad de chatarra, concreto, acero, cable, etc.	Valorización y manejo mediante gestores autorizados.	Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato
Abandono	Residuos Sólidos Urbanos	Regulación municipal.	Residuos generados por trabajadores durante desmantelamiento.	Separación y disposición autorizada.	Municipio
Abandono	Suelo	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente / Ley General para la	Puede existir contaminación histórica por hidrocarburos.	Evaluación ambiental del suelo y remediación si procede.	SEMARNAT / PROFEPA

Etapa	Asunto	Requisito / disposición aplicable	Vinculación con el proyecto	¿Cómo debe cumplirse?	Autoridad involucrada
		Prevención y Gestión Integral de los Residuos / NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cuando corresponda.			
Abandono	Agua	Ley de Aguas Nacionales.	Deberán cancelarse/modificarse aprovechamientos y descargas que dejen de utilizarse.	Regularizar el cierre de concesiones y permisos.	CONAGUA
Abandono	Recursos forestales	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	Las áreas que se restauren pueden requerir revegetación con especies apropiadas.	Ejecutar programa de restauración/revegetación cuando corresponda.	SEMARNAT / Secretaría del Agua y Medio Ambiente Guanajuato

3.7 Permisos, factibilidades, concesiones, licencias y autorizaciones vinculadas al proyecto

Reglamentación de la energía: Son las resoluciones jurídicas y los modelos de contrato de interconexión que aclaran los permisos y procedimientos para el funcionamiento de un proyecto de generación de energía limpia.

La Resolución Núm. RES/003/2011 de la Comisión Reguladora de Energía establece la metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la "Cogeneración Eficiente". Esta resolución forma parte de un conjunto de regulaciones y políticas públicas que buscan promover el uso eficiente y la adopción de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica en México.

La Resolución RES/119/2012 de la Comisión Reguladora de Energía establece las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente. Esta resolución forma parte de las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, que promueve el uso eficiente de tecnologías limpias y el aprovechamiento de fuentes renovables de energía.

Además, establece metas para aumentar la capacidad de generación de electricidad mediante fuentes renovables y fomenta la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables, contribuyendo a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

La RES/291/2012 es una resolución emitida por la Comisión Reguladora de Energía en México, publicada el 26 de septiembre de 2012. Esta resolución establece las disposiciones generales para acreditar sistemas de cogeneración como de cogeneración eficiente, regulando aspectos como el perfil y atributos de las personas autorizadas para realizar mediciones en estos sistemas, así como los procedimientos de medición de las variables involucradas. Además, busca promover el uso eficiente de la energía y fomentar la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables y cogeneración eficiente.

Modelos de contrato de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en pequeña y mediana escala: Instrumentos normativos elaborados por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) a fin de promover y estimular el desarrollo de proyectos con fuentes de energía renovables o sistemas de cogeneración. Válido para proyectos con una capacidad inferior a 500 kW, que no requieren el permiso de generación de energía eléctrica.

Modelo de contrato de interconexión para centrales de generación de energía eléctrica con energía renovable o cogeneración eficiente. Este contrato establece las condiciones técnicas, comerciales y legales para conectar una central de generación (renovable o de cogeneración eficiente) al **Sistema Eléctrico Nacional**.

Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias. Los lineamientos tienen como finalidad definir los criterios para el otorgamiento de CEL y establecer los requisitos para su adquisición, con el propósito de contribuir a las metas de participación de energías limpias en la generación eléctrica, asegurando eficiencia y mínimo costo mediante mecanismos de mercado. Además, regulan la operación del Sistema de Gestión de Certificados y Cumplimiento de Obligaciones de Energías Limpias (S-CEL), que administra la emisión, liquidación y cancelación de los CEL.

Bases del mercado energético. Define las reglas y procedimientos que deberán llevar a cabo los Participantes del Mercado y las autoridades para mantener una adecuada administración, operación y planeación del Mercado Eléctrico Mayorista.

Requisitos para la adquisición de certificados de energía limpia en 2019. Aviso por el que se da a conocer el Requisito para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2019", el cual tiene por objeto establecer el porcentaje de consumo de energía eléctrica que las empresas y usuarios deberán cubrir con fuentes limpias. Los grandes consumidores del sector deberán demostrar, a través de la adquisición de CEL, que el 5.8% de su consumo provendrá de fuentes de energía limpia en 2019. Es decir, si el consumo anual de un participante obligado es de 1,000 MWh, éste tendrá que adquirir 58 CEL para demostrar que ha cumplido con su obligación de consumo de energía eléctrica limpia durante 2019.

4.0 Descripción del sistema ambiental

4.1 Delimitación del área de estudio

Para efectos del análisis del proyecto, el área de estudio se delimita considerando la ubicación puntual de la central, la infraestructura asociada, las actividades previstas, la distribución de los componentes ambientales y la posible zona de influencia de los impactos.

La delimitación se realizó mediante el análisis de la ubicación física del proyecto, el relieve, los patrones de escurrimiento, el uso actual del suelo, la vegetación, la presencia de infraestructura, los accesos, la distribución de localidades, los sistemas hidráulicos y las características de las actividades productivas predominantes en el entorno.

El área de estudio se integra por tres niveles de análisis: el área de influencia directa, el área de influencia indirecta y el contexto regional.

- **Área de influencia directa**

El área de influencia directa corresponde a la superficie donde se desarrollará el proyecto de la central de cogeneración, incluyendo las plataformas, cimentaciones, cuartos técnicos, subestaciones, bancos de ductos, tuberías, tanque buffer, equipos de recuperación térmica, áreas de maniobra y accesos internos requeridos para la construcción y operación.

Esta área comprende el espacio donde se presentarán de manera directa las actividades de limpieza, nivelación, excavación, compactación, construcción de obra civil, montaje electromecánico, instalación de tuberías, instalación eléctrica, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

La delimitación del área directa también considera los sistemas hidráulicos, eléctricos y de servicios presentes dentro del complejo agrícola que puedan interactuar con la obra, incluyendo vialidades, tuberías, redes de agua, canales de riego, alcantarillas, reservorios, sistemas sanitarios y áreas de operación existentes.

- **Área de influencia indirecta**

El área de influencia indirecta comprende el entorno inmediato del complejo agrícola, donde podrían manifestarse efectos asociados a las

actividades de construcción y operación, tales como incremento temporal de tránsito vehicular, emisiones atmosféricas de maquinaria, ruido, generación de residuos, uso de servicios, presencia de personal, cambios puntuales en el paisaje y dispersión de emisiones de los motogeneradores.

Para la evaluación se considera como referencia un radio de influencia de aproximadamente 1.5 km alrededor del sitio de implantación, criterio utilizado en los antecedentes ambientales del complejo agrícola y adecuado para identificar la relación del proyecto con las localidades, caminos, actividades agrícolas, infraestructura y componentes naturales del entorno.

Dentro de esta zona se consideran los caminos de acceso, las áreas agrícolas circundantes, los escurrimientos locales, las líneas de infraestructura, la vegetación secundaria, los pastizales, los cuerpos de agua o reservorios cercanos, las instalaciones productivas y los asentamientos dispersos.

La comunidad de Jesús María La Petaca se localiza hacia el poniente de las instalaciones agrícolas y forma parte del entorno socioeconómico a considerar en la evaluación. Sin embargo, el proyecto se ubica dentro de un complejo agroindustrial existente y no contempla la apertura de nuevas vías, la expansión de áreas urbanas ni la creación de infraestructura externa de gran escala.

- **Contexto regional**

El contexto regional comprende el territorio municipal de San Miguel de Allende y los municipios colindantes representados en la cartografía base, particularmente Dolores Hidalgo, San Luis de la Paz y San José Iturbide.

Este nivel de análisis permite identificar la relación del proyecto con los componentes ambientales de mayor escala, como el clima regional, las unidades fisiográficas, las subcuencas, el acuífero Laguna Seca, los usos de suelo predominantes, las áreas naturales protegidas, las zonas de recarga, los corredores de movilidad, las vías de comunicación y las actividades agropecuarias y rurales.

La delimitación regional resulta relevante para interpretar la disponibilidad de recursos, la conectividad ambiental, los patrones hidrológicos, la presencia de áreas de conservación y las condiciones socioeconómicas que caracterizan al municipio.

El proyecto se encuentra dentro de un entorno predominantemente rural y agroindustrial. La localización dentro de un predio previamente intervenido permite limitar el área de afectación directa y reducir la necesidad de ocupar superficies adicionales con vegetación o funciones ecológicas conservadas.

La delimitación del área de estudio será representada en **ANEXO 16** en el cual se identifica la cartografía correspondiente, en la que se identificarán la ubicación del proyecto, el polígono de la central, el complejo agrícola Chada Farms, las vialidades, localidades cercanas, cuerpos de agua, escurrimientos, infraestructura existente y el radio de influencia indirecta considerado para el análisis ambiental.

4.1.1 Macrolocalización

El municipio de San Miguel de Allende Guanajuato se ubica Entre los paralelos 20°43' y 21° 07' de latitud norte, los meridianos 100° 28' y 101° 05' de longitud oeste; altitud entre 1 700 y 2 900 m. Colinda al norte con los municipios de Dolores Hidalgo y San Luis de la Paz, al este con el municipio de San José Iturbide y el estado de Querétaro, al sur con el estado de Querétaro y los municipios de Apaseo el Grande, Comonfort y Santa Cruz de Juventino Rosas, al oeste con los municipios de Santa Cruz de Juventino Rosas, Salamanca y Dolores Hidalgo.

4.1.2 Microlocalización

El proyecto se ubica en el complejo agrícola de **Chada Farms**, en San Miguel de Allende, Guanajuato, México, de la empresa **Chada Agricultura, S. de R.L. de C.V.**, para la siembra, cultivo y cosecha hidropónica de pepinillo orgánico (pepino persa y pepino europeo) para mercado de exportación, tiene su ubicación en predio rústico San José, a partir de la glorieta Patrimonio, con rumbo al Noreste sobre la carretera San Miguel de Allende a Doctor Mora hasta el Km. 19.41, en el municipio de San Miguel de Allende, Gto., en las coordenadas geográficas 21° 3' 40.87" de Latitud Norte y 100° 38' 32.49" de Longitud Oeste (Punto al interior del predio). La superficie total del predio es de 1'931,900 m2 según lo establecido en el instrumento público P.A. número 807, volumen quinto, tomo E, folios 4,820 a 4,822.

El proyecto se realizará en una superficie de 171-50-80 has, mientras que la superficie restante de 216,820 m^2 fue dictaminada mediante un estudio de afectación ambiental a través del oficio número **SMAOT-**

SGACCSE-DGGA- 1803/2022 de fecha 20 de julio de 2022 expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT), ahora Secretaría del Agua y Medio Ambiente (SAMA), radicado bajo el expediente **SMAOT-SMA-017-106491/2022** a nombre de la empresa **Chada Agricultura, S.A. de C.V.**



Imagen 6. Ubicación de la Central de Cogeneración Chada Agricultura

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 CLIMA

El clima predominante según el sistema de Köppen (Modificado para México por Enriqueta García) es templado subhúmedo con lluvias en verano (A)C(wO). Rango de temperatura 12-20°C, Rango de precipitación, 400-900 mm, Semiseco templado (77.37%), templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (13.47%), templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (8.87%)

y semicálido subhúmedo con lluvias de verano de menor humedad (0.29%).
Área del Proyecto: El clima presente en la zona del proyecto corresponde al **BS1kw. Clima semiárido.** Clima Semiseco, el menos seco de este grupo, temperatura media anual entre 12 y 22 °C.
Precipitación de 400 a 600 mm. Cociente p/t mayor a 22.9, invierno fresco, temperatura media anual mayor de 18 °C y la del mes más frío inferior a 18 °C. En el municipio este tipo de clima ocupa la mayor parte del territorio.

Esta característica resulta relevante para la operación del proyecto, ya que el uso de agua caliente recuperada se vincula con un sistema productivo de invernaderos que requiere control térmico y manejo eficiente de recursos energéticos.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 2. Tipos de clima**

4.2.1.2 TEMPERATURA

Para la zona de estudio se tiene una temperatura en el rango de 12 a 18 °C y la precipitación promedio oscila entre los 135.40 mm durante el año 2025 que lo hacen un clima Seco.

Con relación a las temperaturas se presentan tres rangos, el primer rango abarca una porción al Este y Sureste del territorio y corresponde a los 16 °C o menos, el otro rango abarca la mayor parte del territorio municipal y corresponde a los 16 a 18 °C.

El último rango, corresponde a los 18 °C o más y comprende una gran parte del municipio abarcando una zona al Centro, Oeste y Suroeste del territorio.

Área del Proyecto:

De acuerdo con la clasificación antes referida, el sitio del proyecto se localiza en una zona con rangos de temperatura que van de 12 a 18 °C. Lo anterior se puede observar en la siguiente imagen.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 3. Ubicación de estación meteorológica**

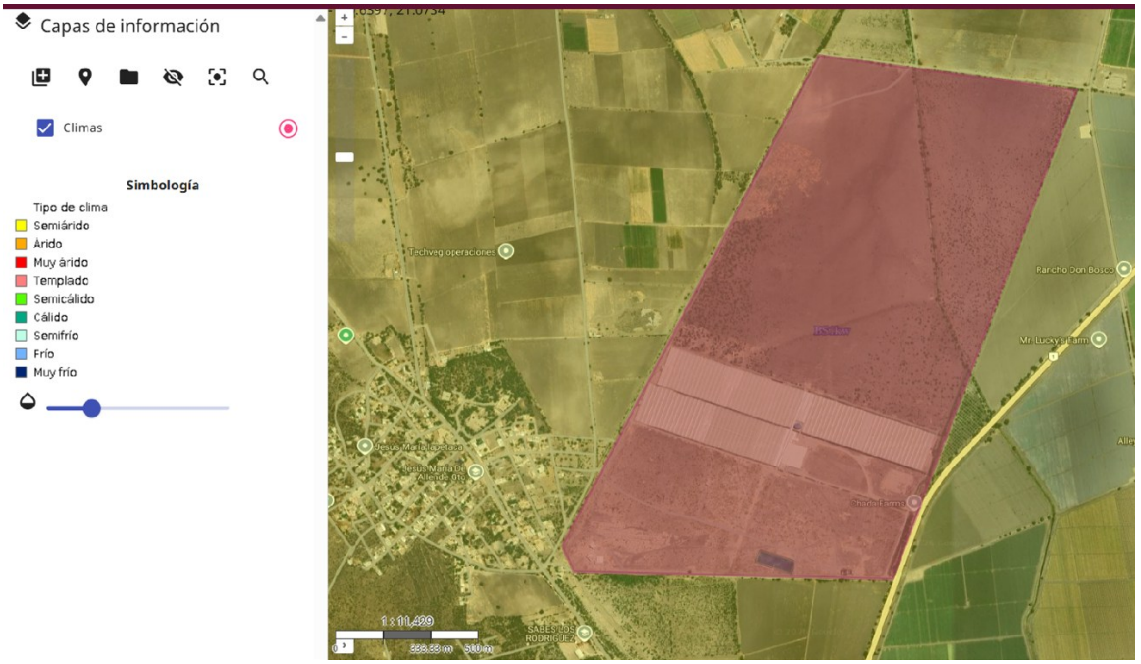


Figura 1 Tipos de clima en el área del proyecto

Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Elaboración propia (Febrero de 2026).

4.2.1.3 PRECIPITACIÓN

En el municipio de San Miguel de Allende, Gto., se presentan cinco rangos de precipitación, el primero de 500 mm que abarca la parte Noreste del territorio municipal en colindancia con San Luis de la Paz y San José Iturbide, el segundo corresponde a los 600 mm que forma una franja que parte del Norte pasando por el Centro hacia el Este del municipio, el tercer rango corresponde a los 700 mm que también forma una franja que parte del Noroeste pasando por el Centro, Sur y Sureste del territorio, el cuarto rango es de 800 mm que de igual manera forma una franja de Noroeste hacia el Sur del territorio y el otro rango se localiza al Suroeste del territorio en colindancia con el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas y corresponde a más de 800 mm.

Área del Proyecto: La precipitación pluvial presente en la zona del proyecto tuvo un rango de 135.40 mm para el año 2025, mientras que en el año 2026 solo se ha presentado una precipitación de 4.40 mm, como se observa en la imagen siguiente.



Figura 2 Gráfica precipitaciones del área

FUENTE: Catálogo de mapas. IPLANEG. Sistema de Información del Agua y Medio Ambiente (SIAMA). Elaboración propia (Febrero de 2026).

Tabla 10 Normales climatológicas estación Los Rodríguez

TEMPERATURA MÁXIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	21.5	23.7	26.3	27.9	29.1	27.2	25.9	25.2	24.5	23.9	22.7	22.1	25
MÁXIMA MENSUAL	26	29	30.6	30.6	33.5	31.4	30.3	30	29.1	28.7	28.5	27.9	
AÑO DE MÁXIMA	2020	2019	2020	2018	2017	2019	2017	2017	2019	2020	2020	2020	
MÁXIMA DIARIA	30	32	36	34	36	35	35	32.5	31.5	31	31	31	
FECHA MÁX DIARIA	04/01/2008	06/02/2019	23/03/2020	28/04/2002	29/05/2018	06/06/2019	10/07/2019	06/08/1999	04/09/2019	12/10/2020	18/11/2020	12/12/2020	
AÑOS CON DATOS	27	27	27	27	27	26	27	28	27	26	27	27	

TEMPERATURA MÍNIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	3.6	4.7	6.7	8.6	10.7	11	11.1	10.5	10.3	7.9	5.8	3.9	7.9
MÍNIMA MENSUAL	0.6	2.1	3.8	6	8.1	9.2	8.3	7.9	7.4	4.1	1	-0.2	
AÑO DE MÍNIMA	1996	1992	2002	2002	1997	2002	2000	2001	2001	1999	1999	2010	
MÍNIMA DIARIA	-4	-5	-5	0	2	5	4	2	2	-4.5	-6	-6	
FECHA MÍN DIARIA	01/01/2008	06/02/1992	03/03/2013	01/04/2003	16/05/2014	23/06/2002	04/07/1996	30/08/2006	01/09/1992	27/10/1999	29/11/2011	26/12/2006	
AÑOS CON DATOS	27	27	27	27	27	26	27	28	27	26	27	27	

TEMPERATURA MEDIA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	12.6	14.2	16.5	18.3	19.9	19.1	18.5	17.8	17.4	15.9	14.3	13	16.5
AÑOS CON DATOS	27	27	27	27	27	26	27	28	27	26	27	27	

PRECIPITACIÓN													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	14.8	17	8.9	10.1	42.5	86	110.9	94.1	85	44.9	11.8	6	532
MÁXIMA MENSUAL	145.6	146.5	92	60	255.5	176.1	272.5	240.2	224	147	108	40	
AÑO DE MÁXIMA	1992	2010	2015	1994	1994	1991	2013	2008	1991	2006	2018	2013	
MÁXIMA DIARIA	33	121	35	27	76	75	75	75	136.5	60.5	33.5	40	
FECHA MÁX DIARIA	15/01/2010	04/02/2010	15/03/2020	17/04/1994	27/05/1994	26/06/2020	14/07/1994	12/08/1996	26/09/2017	15/10/2018	13/11/2018	28/12/2013	
AÑOS CON DATOS	27	27	27	27	27	26	27	28	27	26	27	27	

NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	2	1.4	1.7	2.1	5.1	7.6	9.7	8.4	8	4.3	1.9	1	53.2
AÑOS CON DATOS	27	27	27	27	27	26	27	28	27	26	27	27	

Fuente NORMAL CLIMATOLÓGICA 1991-2020 ESTACIÓN 11042 NOMBRE: LOS RODRÍGUEZ

4.2.1.4 VIENTOS DOMINANTES

De acuerdo con la carta de vientos del INEGI, en el sitio del proyecto no se observan corrientes de aire importantes, ya que estas se localizan hacia el Noreste del predio, teniendo una frecuencia del 90 % para vientos que van en Norte a Sur y en menor proporción con una frecuencia del 10 %. Cabe mencionar que los vientos presentes en el sitio del proyecto no influyen directamente hacia las comunidades cercanas. Lo anterior se puede observar en la siguiente imagen.

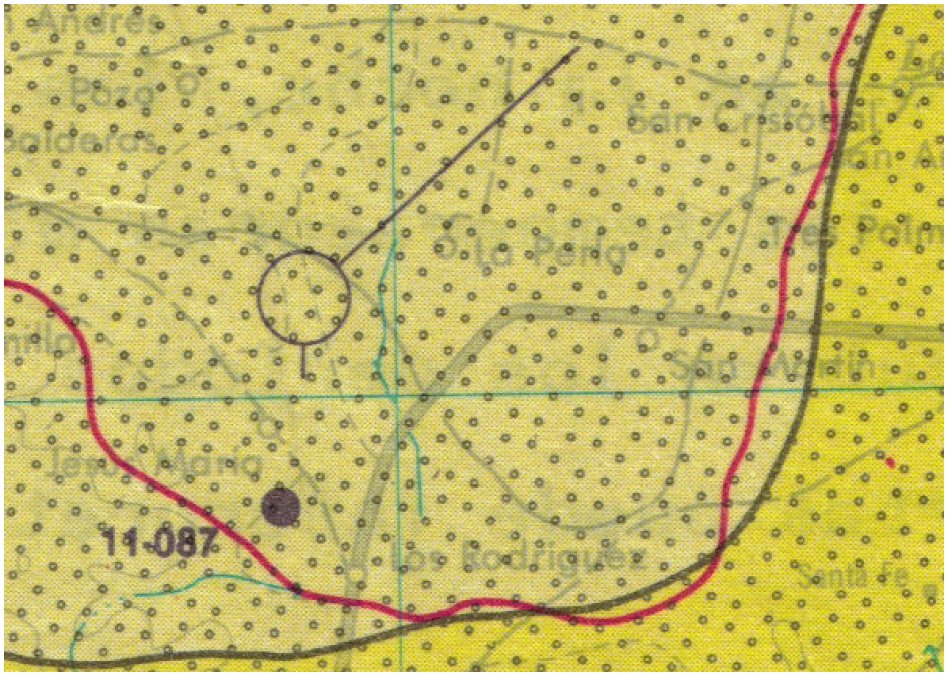


Figura 3 Velocidad del viento promedio

4.2.1.5 CALIDAD ATMOSFÉRICA DE LA REGIÓN

La calidad atmosférica se rige bajo parámetros de control ambiental, en los cuales existen contaminantes que pueden llegar a afectar la calidad de vida en ciertos niveles de concentración.

Los principales contaminantes son los siguientes:

- **Óxidos de azufre (SOx).** Son gases incoloros que se forman al quemar azufre. El dióxido de azufre (SO2) es el contaminante criterio que indica la concentración de óxidos de azufre en el aire. La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles, en particular el carbón y combustóleo,

debido a que el azufre reacciona con el oxígeno en el proceso de combustión para formar dióxido de azufre. La cantidad del azufre que es emitido al aire (como dióxido de azufre) es casi la misma cantidad de azufre presente en el combustible.

- **Ozono (O3).** Es considerado como un contaminante criterio y secundario. Se forma mediante una serie compleja de reacciones en la atmósfera. En términos sencillos, se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO2) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar.

- **Monóxido de carbono (CO).** Es un gas incoloro e inodoro que en concentraciones altas puede ser letal. En la naturaleza se forma mediante la oxidación del metano, que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica.

- **Óxidos de nitrógeno (NOx).** Son un grupo de gases conformado por el nitrógeno y oxígeno que incluyen compuestos como óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO2). El término NOx se refiere a la combinación de estas dos sustancias.

- **Material particulado (PST, PM10 y PM2.5).** Se forma por muchos procesos, tales como el viento, polinización de plantas e incendios forestales, aunque su efecto se ve incrementado por actividades humanas que implican el cambio de uso de suelo. Las principales fuentes antropogénicas de pequeñas partículas incluyen la quema de combustibles sólidos como la madera y el carbón, las actividades agrícolas como la fertilización y almacenamiento de granos y la industria de la construcción.

Con la denominación de partículas totales en suspensión (PST) se reconoció a una amplia categoría de material particulado como contaminante criterio. Las PST son las partículas sólidas o líquidas del aire, donde se incluyen contaminantes primarios como el polvo y hollín y contaminantes secundarios como partículas líquidas producidas por la condensación de vapores.

En los últimos se han especificado normas sobre el material particulado con menos de 10 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM10) y además al material particulado con menos de 2.5 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM2.5). Estas partículas son comúnmente referidas como PM10 y PM2.5
respectivamente.

La razón fundamental de esta especificación se debe a que las partículas más pequeñas son más peligrosas para la salud de los seres humanos porque son capaces de alcanzar la zona inferior de los pulmones.

En lo reportado en el Inventario de Emisiones de Guanajuato (2008), el municipio de San Miguel de Allende aporta a nivel estatal el 3.04% de las partículas menores o iguales a 10 micrómetros (PM10); el 2.13% de las partículas menores o iguales a 2.5 micrómetros (PM2.5); el 0.20% de óxidos de azufre (SOx); el 0.84% del monóxido de carbono (CO); el 1.82% de óxidos de nitrógeno; el 2.24% de los compuestos orgánicos totales (COT); el 2.3% de los compuestos orgánicos volátiles (COV); y el 2.25% del amoniaco (NH3).

Tabla 11 Emisión de contaminantes criterio en el municipio de San Miguel de Allende y su comparativa con la emisión estatal.

Emisiones (ton/año)								
Escala	**PM10**	**PM2.5**	**SOx**	**CO**	**NOx**	**COT**	**COV**	**NH3**
Municipal	2,296.25	491.17	104.61	13,883.7	2,278.54	8,600.24	8,550.01	950.34
Estatal	75,470.69	22,972.31	51,109.75	1,639,028.7	124,989.57	379,264.34	370,339.18	42,075.01

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Inventario de Emisiones del Estado de Guanajuato (2008).

Las emisiones de PM10 y PM2.5 son generadas principalmente por el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados, las actividades de labranza, los bancos de material y la quema de residuos agrícolas.

Las emisiones de SOx, CO y NOx, provienen en su mayoría de fuentes móviles;
mientras que los COT, COV y NH3 provienen de fuentes naturales, del consumo de solventes y productos agrícolas de alto contenido de compuestos orgánicos.
Respecto a los gases de efecto invernadero, el municipio aporta el 0.48% del CO2 estatal; el 0.37% del CH4; el 0.42% del N2O; y el 0.48 del CO_{2eq}.

Tabla 12 Emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de San Miguel de Allende y su comparativa con la emisión estatal.

Escala	CO2	CH4	N2O	CO2 eq
Municipal	4,207.31	0.05	0.14	4,250.30
Estatal	865,846.01	13.25	32.96	876,342.92

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Inventario de Emisiones del Estado de Guanajuato (2008).

De manera general podemos decir que en la zona del proyecto no se tienen estudios puntuales de la calidad del aire, sin embargo, se considera que este proyecto en su etapa de construcción no elevará las concentraciones de partículas suspendidas y el equipo y maquinaria utilizada para mitigar estos impactos deberá permanecer dentro de los límites que marcan las normas oficiales mexicanas de estos rubros.

4.2.1.6 FACTORES METEOROLÓGICOS EXTREMOS

No se presenta intemperismo severo en la zona.

Heladas. Se presentan heladas con una frecuencia mayor de 30 días al año.
Granizadas. Se presentan un promedio de más de 3 días al año

4.2.1.7 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Considerando la estratigrafía regional del Estado, el municipio de San Miguel de Allende, Gto., se ubica en 11 unidades Litológicas.

- **Arenisca y conglomerado Ts (ar - cg).** Unidad geológica conformada por areniscas color café claro de grano fino a medio, empacados en una matriz arcillosa con carbonato de calcio, es de consistencia física medianamente compacta. Esta unidad sobreyace de manera discordante a rocas del Cretácico y a rocas volcánicas del Terciario superior por lo que se le asigna tentativamente esta edad.

- **Riolita y tobas ácidas Ts (R - Ta).** Secuencia volcánica compuesta por riolitas fluídales de estructura esferulítica de color gris a rosado, así como vitrófidos. Hacia la porción norte las riolitas son de color café claro a rosa, así como textura afanítica y porfídica con fracturamiento e intemperismo somero. Este conjunto cubre discordantemente a rocas del cretácico, al conglomerado y se encuentran cubiertas por rocas del plio-cuaternario, por métodos radiométricos se le asigna una edad de Oligoceno es decir del Terciario superior.

- **Aluvión del Cuaternario Q(al).** Esta unidad se encuentra conformada por sedimentos de arena sílica, grava, limo y arcillas de distinta composición y grado de redondez. Según reportes se ha detectado en depósitos de color crema a café, con minerales de cuarzo, plagioclasas y fragmentos de roca. Su ambiente
- de formación es continental y corresponde a la edad del Cuaternario.

- **Andesita Tpl - Q (A).** Esta unidad está constituida por derrames de rocas andesíticas color gris a café que varían a rojiza oscura, es de textura porfídica merocristalina, está formada por minerales de andesina, como minerales accesorios se tienen augita, enstatita, biotita, hornblenda y apatito, así como pigeonita y zircón. Esta unidad cubre en discordancia a rocas sedimentarias del Terciario superior y se le asocia aeventos del Plio - Cuaternario.

  También se encuentran las unidades de Toba ácida Ts (Ta), Arenisca Ts (ar), Basaltos Tpl-Q(B), Basalto y Brecha Volcánica Básica Tpl-Q(B-Bvb), Cuaternario Q(A), Caliza y Lutitas Ks (cz-lu) y Caliza Ki(cz).

Geología en el sitio del proyecto

De acuerdo con el análisis espacial realizado en el sitio del proyecto con ayuda del **Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)**, se obtuvo como resultado que el sitio del proyecto se encuentra representado por aluviones.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 4. Geología del área de estudio**

4.2.1.8 RELIEVE

De acuerdo con la regionalización fisiográfica utilizada para la elaboración del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato, el municipio de San Miguel de Allende se localiza en la zona árida de la provincia ecológica "I. Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense". Esta provincia se integra por dos sistemas terrestres principales: el sistema 1. Sierra del Norte Guanajuatense, que comprende los paisajes Las Mesas y Picacho–Támbula–La Margura, y el sistema 2. Altiplanicie del Norte Guanajuatense, en el que se reconocen los paisajes Planicie Dolores–San Felipe, Planicie de San Diego–San Luis–San José, Palo Colorado, Presa Allende y Tequisquiapan.

Con base en esta regionalización, el sitio del proyecto se ubica dentro del sistema 2. Altiplanicie del Norte Guanajuatense, específicamente en el paisaje Planicie de San Diego–San Luis–San José (ZA-I-2-g). Esta unidad se caracteriza por superficies de altiplanicie y planicie intercaladas con lomeríos y elevaciones aisladas, propias del sector norte de la Mesa Central guanajuatense.

La cartografía de pendientes muestra que el área donde se localiza el complejo agrícola **Chada Farms** y la ubicación propuesta para la central de cogeneración se encuentra predominantemente en zonas de pendiente baja. De acuerdo con la simbología del mapa, en el entorno inmediato del proyecto predominan inclinaciones de aproximadamente 0 a 5°, con algunos sectores de transición hacia rangos de 5.1 a 10°.

Las pendientes más pronunciadas, correspondientes a rangos superiores a 10°, 20° y hasta 60°, se concentran principalmente hacia el oeste y suroeste del área cartografiada, asociadas con las zonas montañosas y lomeríos del municipio de San Miguel de Allende. Estas áreas presentan un relieve más accidentado y una mayor variación altimétrica, a diferencia del sector donde se ubica el complejo agrícola.

En el entorno inmediato de la central, la pendiente baja favorece la instalación de plataformas, cimentaciones, subestaciones, cuartos técnicos, bancos de ductos y áreas de maniobra. Esta condición topográfica también resulta compatible con la infraestructura agrícola existente, que incluye invernaderos, caminos, reservorios y áreas de servicio.

La ubicación del proyecto en una zona de pendientes bajas disminuye la necesidad de realizar cortes y terraplenes de gran magnitud. No

obstante, durante la preparación del sitio será necesario efectuar trabajos de nivelación, mejoramiento y compactación del terreno para conformar las plataformas destinadas a los motogeneradores y equipos auxiliares.

Desde el punto de vista hidrológico, la pendiente del terreno constituye un factor importante para definir la dirección de los escurrimientos superficiales. Por ello, las obras deberán conservar las pendientes funcionales del sitio, evitar la obstrucción de canales y alcantarillas, y considerar medidas de conducción y control pluvial durante la construcción y operación.

La configuración topográfica del área también favorece la accesibilidad y las maniobras de montaje de los equipos principales. Sin embargo, debido al peso y dimensiones de los motogeneradores, transformadores, intercambiadores y aeroenfriadores, las áreas de circulación y descarga deberán acondicionarse y mantenerse estables durante las maniobras.

En términos ambientales, el relieve del área de implantación se encuentra parcialmente modificado por actividades agrícolas e infraestructura existente. Por ello, la construcción de la central se realizará en un entorno previamente intervenido, con efectos localizados sobre la topografía. Las principales modificaciones corresponderán a la nivelación, compactación, cimentación y construcción de cuartos y plataformas.

La cartografía de pendientes permite concluir que el sitio seleccionado no se ubica en una zona de pendientes pronunciadas ni en un sector montañoso de alta susceptibilidad topográfica. La condición predominante de pendientes bajas es compatible con el desarrollo de la central, siempre que las obras civiles incorporen criterios adecuados de estabilidad, drenaje superficial, control de erosión y manejo de escurrimientos

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto,
la **FIGURA 5. Pendientes**

Antecedentes de inundaciones.

No se cuenta con antecedentes de inundación en la zona del proyecto y de acuerdo con el mapa temático del fenómeno hidrometeorológico contenido en el atlas de riesgos del Estado de Guanajuato, en la imagen de la siguiente página se muestran los sitios identificados como riesgos por inundación.

Susceptibilidad de la zona a Sismicidad.

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.

La zona donde se ubica el proyecto pretendido se localiza en la zona B. Es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones, pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo, se señala con el círculo el sitio del proyecto en la siguiente figura.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 6. Modelo de elevación** del área de estudio



Figura 4 Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

4.2.1.9 SUELOS

Los suelos localizados en el municipio de San Miguel de Allende, Gto., son:

- **Feozem háplico (Hh/2/L).** Esta subunidad de suelos presenta las mismas características que las descritas para la unidad. Son unos de los de mayor cobertura en el estado, son pardos, con una capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. En el municipio se presenta con una textura media con fase lítica.

- **Feozem lúvico (Hl/2/D).** Se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla.

  Algunos de estos suelos pueden ser más infértiles y ácidos que la unidad descrita. En el municipio secaracteriza por encontrarse con una textura media con fase dúrica (2/D) y con una textura media con fase Petrocálcica (2/P).

- **Cambisol éutrico (Be/2/L).** Son suelos poco desarrollados y por lo tanto se parecen a la roca parental de la cual provienen.

Presentan acumulaciones de algunos materiales como arcillas, carbonato de calcio, fierro y manganeso. Proporcionan rendimientos de moderado a alto (según la disponibilidad de agua). Su textura es Media con fase Lítica.

- **Vértisol Pélico (VP).** Caracterizado por la presencia de anchas y profundas grietas que se forman en la época de secas por la pérdida de humedad y consecuentemente contracción de sus partículas. Son de color negro o gris obscuro, fértiles y su aptitud natural es agrícola. En el municipio se caracteriza por encontrarse con textura Gruesa (3) y textura gruesa con fase Gravosa (3/G).

- **Litosol (I/2).** La principal característica que tienen estos suelos es una profundidad menor a 10 cm hasta el material parental, este puede ser roca, tepetate o caliche endurecido. Se localizan principalmente en sierras, laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. En el territorio este tipo de suelo se caracteriza por encontrarse con textura Media.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 7.Edafología**

Área del proyecto:
El suelo presente en el sitio del proyecto corresponde al de un **Feozem háplico con presencia de un suelo del tipo durisol**, como se observa en la siguiente imagen.

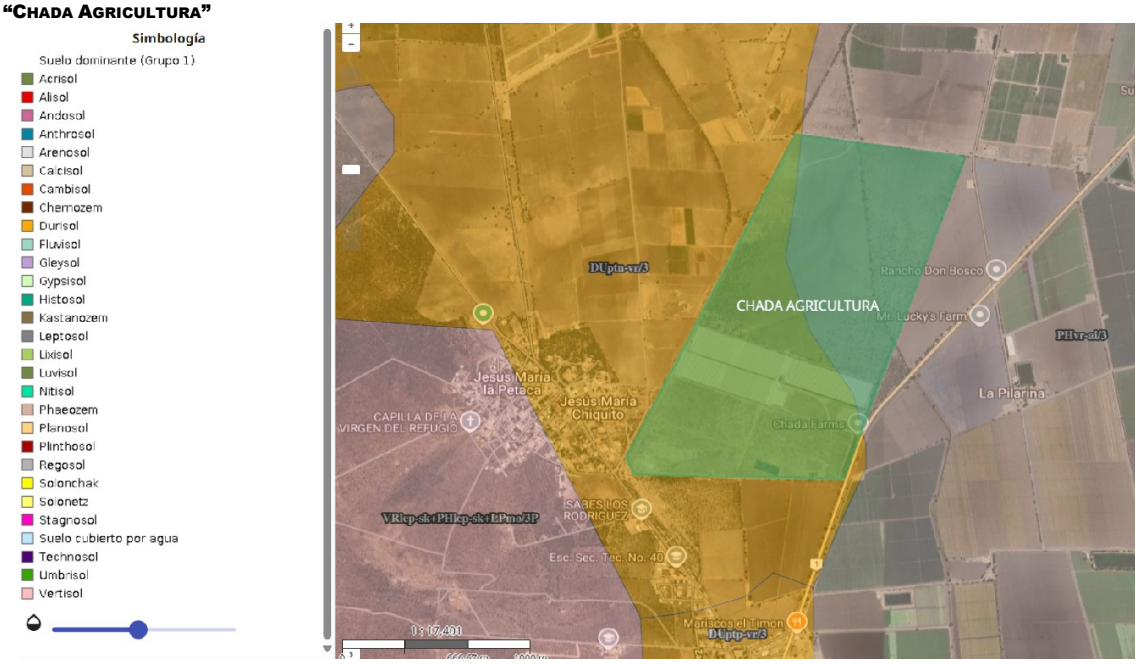


Figura 5 Suelos del área de estudio

Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Elaboración propia (Febrero de 2026).

Características físico-químicas

Estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinidad y capacidad de saturación.

La estratigrafía del sitio está formada por depósitos aluviales.
Los materiales que constituyen los depósitos arcillosos del subsuelo son de baja a mediana deformabilidad y alta resistencia al esfuerzo cortante.

Superficialmente se encontraron diferentes estratos de arcilla arenosa color beige principalmente, aunque también se observaron en algunos pozos colores grisáceos y negruzcos, todos ellos con características de baja expansividad. Se encuentran desde 0.10 m como mínimo hasta 1.80 m de profundidad.

Presencia de contaminantes en el suelo.

En caso de que el terreno haya sido usado para cualquier tipo de actividad contaminante se deberá hacer un análisis para evaluar la contaminación del suelo.

No existe presencia de contaminantes en el suelo, ya que este sitio no se ha desarrollado actividades que lo contamine.

Degradación del suelo.

4.2.1.10 DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La cartografía de degradación del suelo muestra que el área de estudio se encuentra dentro de un entorno con diferentes grados de modificación asociados principalmente a actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación. Esta condición refleja la influencia histórica de las actividades productivas sobre el suelo y la cobertura vegetal, particularmente en las zonas destinadas a agricultura y en los sectores donde se han realizado desmontes o transformaciones del terreno.

De acuerdo con la simbología cartográfica, en el entorno regional se identifican áreas con degradación ligera, moderada y fuerte. Las zonas de degradación fuerte se concentran principalmente hacia el noroeste y oeste del área representada, asociadas a actividades agrícolas intensivas, deforestación y remoción de la vegetación. En otros sectores predominan condiciones de degradación ligera y moderada, relacionadas principalmente con el uso agrícola del suelo.

El sitio donde se ubica el complejo agrícola **Chada Farms** se encuentra en una zona predominantemente agrícola, representada en la cartografía por condiciones de degradación ligera a moderada. Esta condición es congruente con los antecedentes del predio, el cual ha sido utilizado para actividades agropecuarias y posteriormente para el establecimiento de infraestructura agrícola protegida.

La degradación identificada en el área no corresponde exclusivamente a procesos naturales. En el entorno se observa una combinación de factores antropogénicos, entre los que se encuentran la transformación de la cobertura vegetal, el uso agrícola continuo, la compactación del suelo, el tránsito de maquinaria, la apertura de caminos y la modificación de los patrones naturales de escurrimiento.

En el predio de **Chada Farms**, la presencia de invernaderos, caminos, reservorios, cuartos técnicos, áreas de maniobra y demás instalaciones demuestra que el sistema ambiental ya se encuentra modificado. Por ello, la construcción de la central de cogeneración se realizará dentro de un espacio previamente intervenido, evitando en lo posible la apertura de

nuevas áreas o la afectación de superficies con vegetación natural conservada.

La central podrá generar efectos localizados sobre el suelo durante las actividades de limpieza, demolición, excavación, nivelación, relleno, compactación y construcción de cimentaciones. Estos efectos estarán relacionados principalmente con la pérdida o modificación de la capa superficial del suelo, la reducción de la infiltración en las áreas construidas y el incremento temporal de la susceptibilidad a la erosión durante la etapa de obra.

Durante la construcción también podría presentarse degradación puntual por el tránsito de maquinaria, almacenamiento inadecuado de materiales, derrames de combustibles o lubricantes y disposición incorrecta de residuos. Estos efectos serán prevenidos mediante la delimitación de las áreas de trabajo, el uso de caminos existentes, el mantenimiento de maquinaria fuera de los frentes de obra, la colocación de contenedores y la utilización de superficies impermeables para el manejo de sustancias.

La operación de la central no implica actividades de desmonte extensivo, agricultura, ganadería o deforestación. Sus principales interacciones con el suelo estarán relacionadas con la presencia permanente de cimentaciones, cuartos técnicos, transformadores, tuberías, bancos de ductos, áreas de maniobra y sistemas auxiliares.

Para evitar la intensificación de la degradación existente, se deberán conservar las áreas que no sean necesarias para la implantación de la central, limitar la circulación de vehículos a las vialidades autorizadas, evitar la apertura de caminos adicionales y mantener libres de residuos las superficies, canales y zonas de escurrimiento.

Asimismo, los materiales producto de excavación deberán manejarse de manera ordenada. El material apto podrá reutilizarse en rellenos y nivelaciones, mientras que el material sobrante deberá transportarse a sitios autorizados. No se permitirá su depósito en terrenos agrícolas productivos, canales, zonas de escurrimiento o áreas con vegetación que no formen parte del proyecto.

Las áreas de almacenamiento de aceites, glicol, combustibles, pinturas, solventes y residuos peligrosos deberán contar con piso impermeable, techo, señalización y contención secundaria. Esta medida permitirá prevenir la contaminación del suelo y reducir el riesgo de infiltración hacia el subsuelo.

En términos generales, el proyecto se inserta en un sistema ambiental con degradación previa de ligera a moderada, derivada principalmente de actividades agrícolas y de la transformación histórica del terreno. La central representará una modificación puntual y localizada, cuya magnitud podrá mantenerse bajo control mediante la delimitación estricta de las áreas de trabajo, el manejo adecuado de materiales y residuos, el control de escurrimientos y la aplicación de medidas de prevención y compensación ambiental.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 8. Degradación ambiental**

4.2.1.11 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Hidrología superficial.

Del total de la superficie del Estado, 30491 Km2, son drenados por el río Lerma 23,880 km2, incluyendo la cuenca cerrada de la laguna de Yuriria y una pequeña parte que aporta sus escurrimientos al Lago de Cuitzeo; Río Santiago con 1,506 Km2 que conforman la región hidrología número 12 del sistema Lerma - Chapala - Santiago (RH - 12) y los restantes 5,102 Km2 son drenados hacia el Golfo de México por las corrientes que dan origen al río Pánuco que corresponden a la región hidrológica número 26 del sistema Pánuco (RH-26); estas dos grandes áreas definen el rasgo fisiográfico que conforma el denominado Parteaguas Continental. La totalidad del territorio municipal se localiza dentro de la región hidrológica número 12 sobre la cuenca del "Río Laja" (RH12-H), donde se observan las Subcuencas de Río Laja-Peñuelitas (RH12-H-a), P. Ignacio Allende (RH12-H-b), Río Laja-Celaya (RH12-H-c) y la Apaseo RH12-H-d.

La totalidad del sitio del proyecto se localiza dentro de la región hidrológica número 12 sobre la cuenca "Río Lerma-Salamanca" (RH12-B), en la Cuenca del Río Laja, subcuenca Presa Ignacio Allende.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 9. Hidrología**

Delimitación de la Subcuenca y microcuenca.

Para delimitar el área de aportación de la cuenca se utilizó el modelo digital de INEGI en escala 1:50,000.

Posteriormente, se insertó una imagen de satélite corregida y referenciada al sistema UTM al Sistema de Información Geográfica.

Adicionalmente, se contó con la topografía (curvas de nivel) de las condiciones actuales en el predio y la zona de estudio, por último, a partir de la ubicación del predio, se trazó la cuenca de influencia en el programa ARC GIS 10.1 y corregida por lo observado en campo como parteaguas artificiales de la zona urbana (carretera y/o muros).

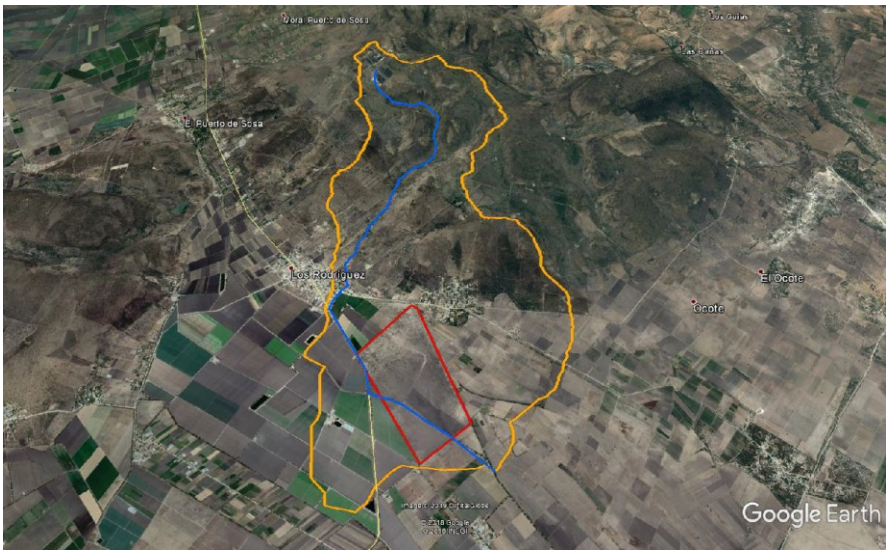


Figura 6 Cuenca de influencia (color naranja) del predio de estudio (color rojo).

La imagen anterior muestra que el predio en estudio queda inmerso en la cuenca delimitada en color naranja, con esta área de cuenca se analiza y se determina el impacto e incremento de los escurrimientos sobre la misma. En la figura siguiente se muestra la topografía detallada del sitio de estudio, donde la pendiente disminuye en sentido Norte a Sur.

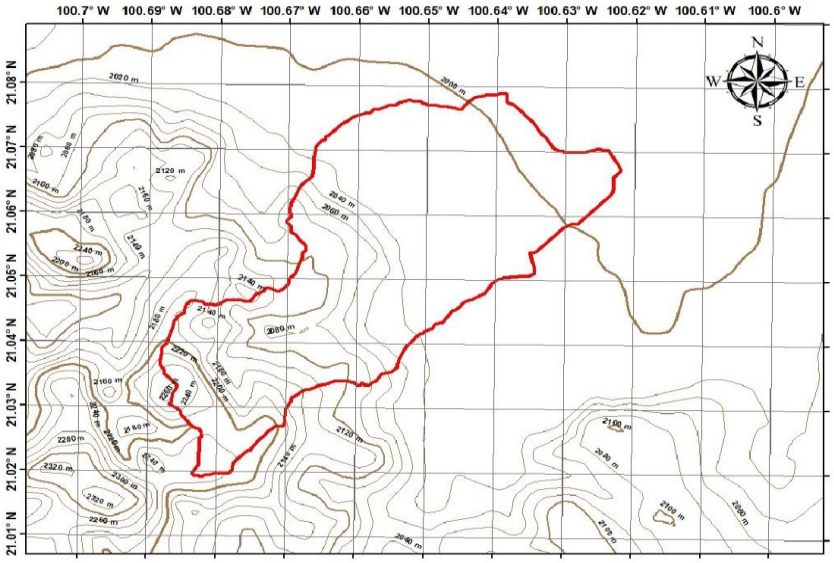


Figura 7 Cuenca de estudio y curvas de nivel

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 10. Subcuenca**

4.2.1.11 Ruido ambiental de referencia

Los límites de ruido ambiental de referencia en San Miguel de Allende, Guanajuato, se rigen por la Norma Oficial, Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Regula negocios, industrias y servicios para proteger el medio ambiente y la salud. Así mismo, el Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad Local, estableciendo máximos permitidos en decibeles ponderados en A (dB(A)).

Límites máximos permitidos por zona:

- Zona residencial: de 6:00 a 22:00 horas 55 dB(A) y de 22:00 a 6:00 horas 50 dB(A).
- Zona comercial y de servicios: de 6:00 a 22:00 horas 68 dB(A) y de 22:00 a 6:00 horas 65 dB(A).
- Zona industrial: de 6:00 a 22:00 horas 68 dB(A) y de 22:00 a 6:00 horas 65 dB(A).

Inspección: La dirección de medio ambiente y sustentabilidad realiza tres mediciones con sonómetro desde diferentes puntos fuera del

establecimiento o fuente fija denunciada, si los niveles superan los parámetros de la Norma en el horario evaluado, se inicia un procedimiento administrativo contra el infractor.

El sitio del proyecto se ubica específicamente en la localidad rural de los Rodríguez, considerada como una zona agrícola o rústica dedicada al desarrollo de cultivos hidropónicos de alta tecnología, el uso de suelo está clasificado para actividades primarias y agroindustriales de producción orgánica. Pare este tipo de zonas, los límites de ruido topes son los mismos que para las zonas residenciales/ exteriores (de 6:00 a 22:00 horas 55 dB(A) y de 22:00 a 6:00 horas 50 dB(A).

4.2.2 Aspectos bióticos

Los aspectos bióticos corresponden a los organismos con vida que forman parte de un ecosistema, como las plantas, los animales y los microorganismos.

El conocimiento de estos es importante ya que permiten identificar a los organismos que podrían resultar afectados por la implementación de un proyecto, ayudando a proteger la diversidad y planear medidas para cuidar la naturaleza. De tal manera que las obras a realizar impacten lo menos posible el ambiente.

4.2.2.1 VEGETACIÓN TERRESTRE

Para poder hacer la descripción de la vegetación se tomó en cuenta la clasificación de la vegetación de México propuesta por Rzedowski, en la que reconoce diez tipos de comunidades vegetales, destacando el bosque de coníferas, el bosque de encinos y el matorral xerófilo. Esta caracterización se basa en la fisonomía, las formas de vida dominantes y las condiciones ambientales.

1. Bosque tropical perennifolio
2. Bosque tropical subcaducifolio
3. Bosque tropical caducifolio
4. Bosque espinoso
5. Matorral xerófilo
6. Pastizal
7. Bosque de Quercus
8. Bosque de coníferas
9. Bosque mesófilo de montaña
10. Vegetación acuática y subacuática

El municipio de San Miguel de Allende presenta bosques de encino (incluyendo zonas con vegetación perturbada), bosque tropical caducifolio, matorral crasicaule, matorral espinoso (matorral xerófilo), pastizal inducido y bosque de galería (vegetación riparia).

Estos ecosistemas albergan 98 familias, 358 géneros y 614 especies vegetales. Las Familias mejor representada son *Asteraceae* con 104 especies, seguido por *Fabaceae* con 51, *Poaceae* con 42. Gutiérrez (2008), menciona que los usos más comunes de las plantas son en orden de importancia, uso medicinal, comestible, maderable, ceremonial y ornamental.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) utiliza un sistema de clasificación jerárquica que considera en su nivel más alto las formaciones que son categorías vegetales caracterizadas principalmente por rasgos fisonómicos y ecológicos (e.g., bosque, selva, matorral, etc.), dentro de las cuales se incluyen los tipos de comunidad que se definen por sus rasgos fisonómicos, ecológicos y florísticos (e.g., chaparral, rosetófilo, sarcocaule, mesófilo de montaña, etc.) y los tipos de vegetación que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (e.g., bosque mesófilo de montaña, matorral sarcocaule, etc.) (PMDUOET-SMA, 2019).

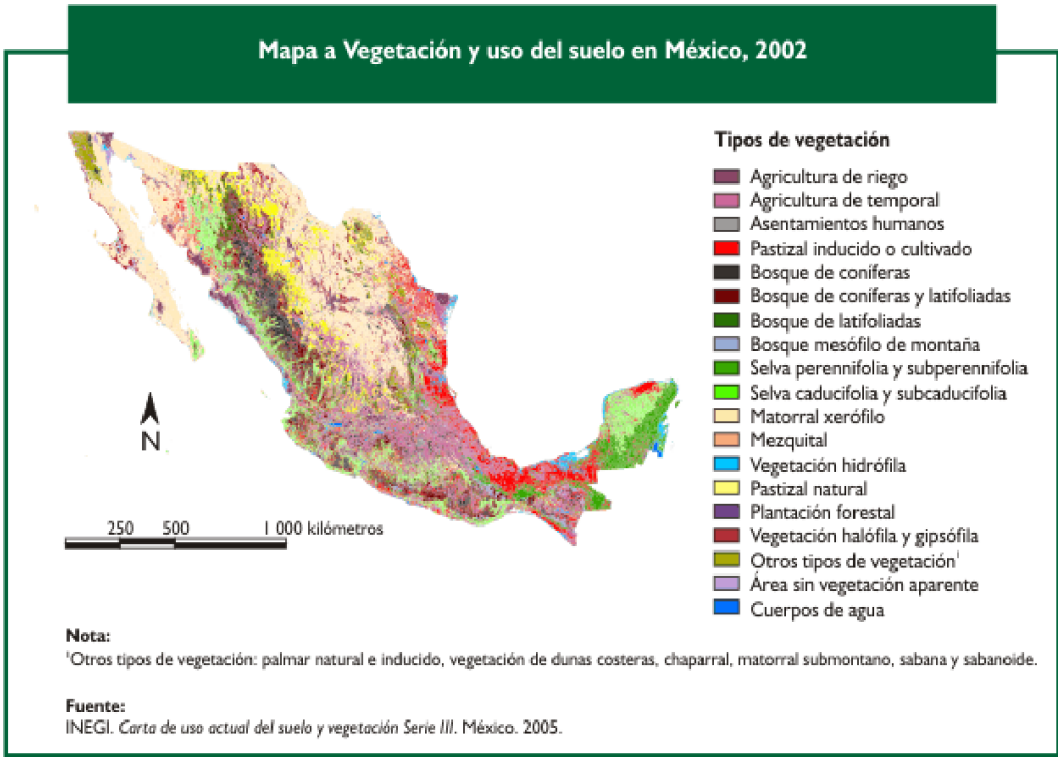


Figura 8 Vegetación y Uso del suelo en México, 2002

Con base en la figura anterior. Para este estudio se reconoce el tipo de vegetación de agricultura de riego de acuerdo con la NTA-IEE-002/2007.

Para la caracterización de las condiciones biológicas del área del sitio del proyecto se dividieron los esfuerzos en dos etapas.

En primer lugar, se realizó una investigación de gabinete donde se recopiló información de fuentes especializadas que han trabajado previamente en la zona de estudio sobre los tipos de vegetación y distribución de flora, esto con el fin de elaborar una lista preliminar de las especies que pudieran presentarse en el área de estudio. Una vez identificadas las especies, se procedió a corroborar si alguna de ellas se encuentra bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En segundo lugar, se realizaron visitas de campo en el sitio con la finalidad de verificar los tipos de vegetación, presencia de especies, y realizar una comparativa con los datos obtenidos en gabinete. Cabe mencionar que el sitio del proyecto se encuentra dentro de la mancha urbana, lo cual la hace propensa a encontrar un índice bajo de biodiversidad y densidad.

La vegetación en el sitio del proyecto se compone por Agricultura de riego, lo cual se puede observar en la siguiente Figura.



Figura 9. Vegetación del sitio del proyecto

Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Elaboración propia (Febrero de 2026).

Para el área que comprende la zona del Proyecto utilizaremos la clasificación del INEGI, ya que queda incluida dentro de la vegetación que describe Rzedowski y es un poco más específica en su descripción.

Características de la vegetación del área por afectar.

Específicamente en el predio propuesto para la instalación de la Central de Cogeneración **Chada Farms** y en el cual tradicionalmente se han desarrollado actividades de agricultura de riego, se ubica vegetación denominada Ruderal y Arvense, con la presencia de zonas con de Pastizal, matorral, con cultivos en sus alrededores y algunas especies como, huizache (*Acacia farnesiana*), algunos nopales (*Opuntia* spp.), mezquites (*Prosopis laevigata*) y pirul (*Schinus molle*).

- **Vegetación Arvense.**

Se denomina maleza, mala hierba o planta indeseable a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas.

- **Vegetación Ruderal.**

Son las plantas o comunidades vegetales silvestres, características de los alrededores de las habitaciones humanas, orillas de caminos, vías de ferrocarril, basureros, lugares sin cultivar y hábitats en disturbio.

La superficie del predio, en su mayoría fue desmontada a través de los años para llevar a cabo cultivos de riego, como se observa en la siguiente fotografía.

- **Superficie por tipo de vegetación.**

De acuerdo con la regionalización realizada para la elaboración del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato, el municipio de Allende queda comprendido en la zona Árida en la provincia Ecológica "I Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense" la cual está comprendida por:

Sistema 1 Sierra del Norte Guanajuatense donde se encuentran los paisajes de Las Mesas (ZA-I-1-j) y

Picacho - Támbula - La Margura (ZA-I-1-l); el otro sistema que integra la provincia es 2 Altiplanicie del Norte Guanajuatense que integran los paisajes de Planicie Dolores - San Felipe (ZA-I-2-c), Planicie de San Diego-San Luis-San José (ZA-I-2-g), Palo Colorado (ZA-I-2-k), Presa Allende (ZA-I-2-l) y Tequisquiapan (ZA-I-2-j).

De esta manera, el sitio del proyecto se localiza en la zona árida que comprende la provincia Ecológica "I Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense" la cual está comprendida por el sistema 2 Altiplanicie del Norte Guanajuatense y en él se identifica el paisaje Planicie de San Diego-San Luis-San José (ZA-I-2-g).

Así mismo, en el área donde se pretende realizar la instalación de la Central de Cogeneración **Chada Farms**, se presentan las siguientes condiciones de vegetación: Agricultura de Riego (AR) 100 %.

Descripción de los tipos de vegetación

- **Agricultura de Riego (AR).**

La agricultura de riego o agricultura de regadío consiste en el suministro de las necesarias cantidades de agua a los cultivos mediante diversos métodos artificiales de riego. Este tipo de agricultura requiere inversiones de capital y una cuidada infraestructura hídrica: canales, acueductos, aspersores, estanques, etc., que exigen, a su vez, un desarrollo técnico avanzado.

Asociaciones vegetales presentes en el área de estudio;

Agricultura de Riego

Estas asociaciones vegetales por lo común son utilizadas como zonas de agostadero o actividades de agricultura de riego, lo cual estos tipos de vegetación son de baja importancia ecológica ya que pueden ser restituidos fácilmente en los sitios cercanos.

Trabajo de campo:

Se realizó un censo general de vegetación por conteo directo en el predio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	DISTRIBUCIÓN	CAT. NOM-059-SERMARNAT-2010	CAT UICN
Huizache	*Acacia farnesiana*	Media	Dispersa fuera y fuera del predio	S/C	LC
Nopal	*Opuntia sp.*	Media	Dispersa fuera y fuera del predio	S/C	LC
Higuerilla	*Ricinus communis*	Baja	Dispersa	S/C	NE
Pirul	*Schinus molle*	Baja	Dispersa fuera del predio	S/C	LC
Mezquite	*Prosopis laevigata*	Baja	Dispersa y fuera del predio	S/C	LC
Cinco llagas	*Tagetes lunulata*	Baja	Dispersa	S/C	LC
Chicalote	*Argemone ochroleuca*	Media	Dispersa	S/C	LC
Pastos	*Varios sin identificar*	Media	Alta Dispersa	-	-
Aceitilla	*Bidens odorata*	Baja	Dispersa	S/C	LC

y en sus colindancias, en el cual se determinaron las especies que se mencionan a continuación, incluyendo consulta al dueño del predio. El muestreo de vegetación realizado en el sitio del proyecto fue en la totalidad del predio mediante método de cuadrantes, toda vez que el predio se encuentra desmontado parcialmente por las actividades agrícolas y de pastoreo de ganado que se desarrollaron a través del tiempo.

Las especies de la flora que se encuentran en la zona de estudio y áreas aledañas, está integrada de la siguiente forma:

Figura 10 Vegetación de la zona del proyecto



NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** E: Endémica a México, - No endémica, N: Nativa, I: Introducida

Las especies dominantes en el área del proyecto son las propias del cultivo de riego cultivadas en la zona, los pastos (Fam. Poaceae o Gramineae) y el Huizache (*Acacia farnesiana*).

Los resultados obtenidos del análisis del impacto que sufrió el ecosistema del área de estudio nos indican que hubo afectaciones a la vegetación del lugar, principalmente representado por áreas de cultivo ya que fue un terreno que se desmontó con el paso del tiempo y posteriormente se llevaron a cabo actividades de construcción y operación de los invernaderos.

Dentro del estrato herbáceo hay presencia de pastizal inducido y vegetación secundaria, por lo cual no se considera una afectación significativa ya que son especies de alta adaptación al medio.

Se concluye que el impacto que sufrió el ecosistema fue principalmente sobre el suelo, por las actividades de construcción de las instalaciones de la empresa a la que se sometió, con respecto a la vegetación, está no fue afectada en el proceso.

Así mismo, ninguna de las especies reportadas se ubica en estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 o en alguna categoría de riesgo según la IUCN y tampoco se encontraron especies endémicas.

4.2.2.2 FAUNA

El Estado de Guanajuato se incluye en la zona de transición faunística de México, entre la fauna Neártica y Neotropical, ocupando el lugar 25 entre los estados con más especies endémicas (Flores Villela, Gerez, 1994). Sin embargo, su fauna ha sido poco estudiada, a pesar de que se tienen por ejemplo listas de la fauna del estado publicadas desde el siglo pasado por Dugés en 1895 (Flores Villela, Gerez, 1994).

Para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Guanajuato (OETEG), la descripción de la fauna presente en el estado se ha hecho principalmente a través de fuentes bibliográficas.

Los cambios de uso de suelo, el crecimiento del área agrícola, la degradación de los ecosistemas y el crecimiento urbano del municipio han ocasionado una extensa fragmentación del paisaje natural. Una de las consecuencias es la disminución de la biodiversidad faunística. A pesar de ello, el municipio alberga aun una fauna local considerable, a la que se le adiciona la gran cantidad de especies migratorias que visitan los cuerpos de agua y área naturales del municipio.

El municipio de San Miguel de Allende en su Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial presenta un estudio documental sobre la fauna presente que se construyeron con información, obtenida de los registros citados en trabajos originales publicados en revistas y reportes científicos (IEE,2014), registros disponibles en museos y colecciones de mamíferos, aves y herpetofauna, además se consultaron diversas tesis y fuentes electrónicas (*e.g.* http://www.naturalista.mx, http://www.amphibiaweb.org/, American Museum of Natural History (Amphibian Species of the World, Online Reference), North American Mammals Smithsonian Institution, avesmx.net., e-bird, avivase), así como, comunicaciones personales de investigadores expertos en vertebrados. Adicionalmente se hicieron algunos recorridos de campo para corroborar la presencia de algunas especies.

Cabe señalar, que fueron omitidas las alusiones a la presencia de organismos si no se reportaban con un método científico (*e.g*. modelos de distribución potencial).

Se conjuntó una lista que incluye a los principales grupos de vertebrados (Cuadro taxonómica de vertebrados en el municipio de San Miguel de Allende).
El grupo más numeroso lo conforman las aves, cabe destacar que 162 de ellas son migratorias. Le siguen los mamíferos, reptiles, peces y anfibios. Existen 37 especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010). A pesar de que las aves son el grupo que más especies en riesgo presenta, el grupo que destaca es el de los reptiles, ya que el 53.8% se encuentra enlistado en la norma.

Tabla 13 Composición taxonómica de vertebrados en el municipio de San Miguel de Allende.

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Anfibios	5	6	10
Reptiles	9	20	34
Peces	6	11	13
Aves	52	179	277
Mamíferos	16	39	53
Total	87	250	378

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes varias.

Mamíferos

En el municipio existen 53 especies de mamíferos, distribuidos en 39 Géneros y 16 Familias. Se han reportado dos especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010), estas son el tejón (*Taxidea taxus)* y la ardilla de Peter (*Sciurus oculatus)*. En los bosques de *Quercus* se puede encontrar a *Sciurus oculatus*, pero hoy día es más difícil encontrar al tejón. En general, los mamíferos medianos y grandes requieren de un rango de hábitat amplio para su correcto desarrollo, pues necesitan una mayor cantidad de recursos.

En la serranía de Picachos aún se encuentra el puma (*Puma concolor*), de acuerdo con los últimos registros reportados para el 2014 según el Estudio Previo para el Establecimiento como Área Natural Protegida de Competencia Estatal, La zona conocida como Cerro de Los Picachos y Presa de Allende, en los municipios de San Miguel de Allende y Comonfort, Gto (Instituto de Ecología de Guanajuato, 2014). Asimismo, existe venado (*Odocoileus virginianus*) una de sus presas preferidas. El paisaje tan accidentado ha permitido que algunos de estos organismos

persistan en el municipio, aunque no cuenta con información para saber el estado de sus densidades poblacionales.

La presencia de mamíferos de talla mediana y pequeña es común. Se destaca la presencia de 12 especies de murciélagos, este grupo es muy diverso, y se piensa que puede existir una variedad aun mayor, pero hace falta llevar a cabo estudios sobre el grupo.

Los roedores son los más abundantes (20 especies), es probable que algunas fueran desplazadas por la entrada de especies exóticas, sobre todo en las zonas de matorral que se encuentran cercanas a las áreas agrícolas.

Tabla 14 Mamíferos bajo alguna categoría de riesgo

Mamíferos			
Familia	**Género**	**Especie**	**Estatus de protección**
Mustelidae	*Taxidea*	*taxus*	A
Sciuridae	*Sciurus*	*oculatus*	Pr

Fuente PMDUOET-SMA, 2019

Aves

Es el grupo de vertebrados que mejor se conoce en el municipio. Sin duda es un grupo atractivo, que además permite el desarrollo de actividades productivas en algunas comunidades. Es uno de los grupos taxonómicos mejor estudiado por lo que existe bastante información sobre sus especies y la estructura de sus comunidades. De forma indirecta, pueden dar información rápida, confiable y replicable sobre el estado de conservación de los ecosistemas terrestres y acuáticos que habitan.

El municipio se conforma por un paisaje muy heterogéneo que alberga una avifauna diversa. Es de destacar que las aves residentes son superadas en número por las aves migratorias (115 *vs*. 162 respectivamente). Las 277 especies de aves reportadas se distribuyen en 179 géneros y 52 familias; 19 de ellas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. La mayor proporción pertenecen a las Familias Accipitridae y Falconidae.

Tabla 15 Aves bajo alguna categoría de riesgo

Aves			
Familia	**Género**	**Especie**	**Estatus de protección**
Accipitridae	*Accipiter*	*cooperii*	Pr
Accipitridae	*Accipiter*	*striatus*	Pr
Accipitridae	*Buteo*	*albonotatus*	Pr
Accipitridae	*Buteo*	*lineatus*	Pr
Accipitridae	*Buteo*	*swainsoni*	Pr
Accipitridae	*Buteo*	*platypterus*	Pr
Anatidae	*Anas*	*platyrhynchos diazi*	A
Ardeidae	*Botaurus*	*lentiginosus*	A
Ardeidae	*Ixobrychus*	*exilis*	Pr
Cardinalidae	*Passerina*	*ciris*	Pr
Ciconiidae	*Mycteria*	*americana*	Pr
Falconidae	*Falco*	*femoralis*	A
Falconidae	*Falco*	*mexicanus*	A
Falconidae	*Falco*	*peregrinus*	Pr
Odontophoridae	*Cyrtonyx*	*montezumae*	Pr
Parulidae	*Oreothlypis*	*crissalis*	Pr
Rallidae	*Rallus*	*limicola*	A
Strigidae	*Asio*	*flammeus*	Pr
Turdidae	*Myadestes*	*occidentalis*	Pr

Fuente PMDUOET-SMA, 2019

Reptiles

La diversidad de este grupo es poco conocida en el municipio; existen pocos reportes formales y la información disponible se limita a citar las especies en listados de herpetofauna de la región. Para SMA se conocen 34 Especies, que pertenecen a 20 Géneros y nueve Familias; de las cuales el 53.8 % se encuentra bajo alguna categoría de riesgo, ello ubica a los reptiles como el grupo de vertebrados más vulnerable en el municipio. Como depredadores, los reptiles cumplen una función ecológica importante, ya que controlan las poblaciones de otros organismos, como los roedores que pueden convertirse en plaga. A pesar de ello, la antipatía hacia ellos ocasiona que estos animales sean cazados, principalmente a las serpientes venenosas. Otros reptiles también son vulnerables debido a la pérdida de sus hábitats como lo es el caso de las tortugas casquito.

Tabla 16 Reptiles bajo alguna categoría de riesgo.

Reptiles			
Familia	**Género**	**Especie**	**Estatus de protección**
Anguidae	*Gerrhonotus*	*liocephalus*	Pr
Colubridae	*Hypsiglena*	*torquata*	Pr
Colubridae	*Lampropeltis*	*mexicana*	A
Colubridae	*Lampropeltis*	*triangulum*	A
Colubridae	*Masticophis*	*flagellum*	A
Colubridae	*Pituophis*	*deppei*	A
Colubridae	*Salvadora*	*bairdi*	Pr
Colubridae	*Thamnophis*	*cyrtopsis*	A
Colubridae	*Thamnophis*	*eques*	A
Kinosternidae	*Kinosternon*	*hirtipes*	Pr
Kinosternidae	*Kinosternon*	*integrum*	Pr
Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*grammicus*	Pr
Viperidae	*Crotalus*	*molossus*	Pr
Viperidae	*Crotalus*	*scutulatus*	Pr
Viperidae	*Crotalus*	*aquilus*	Pr
Viperidae	*Crotalus*	*polystictus*	Pr

Fuente PMDUOET-SMA, 2019

Anfibios

Los anfibios son el grupo menos estudiado, al igual que los reptiles, no hay estudios específicos para el municipio. Para San Miguel de Allende se conocen nueve Especies de seis Géneros y cinco Familias; existen tres especies bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla 17 Anfibios bajo alguna categoría de riesgo.

Anfibios			
Familia	**Género**	**Especie**	**Estatus de protección**
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus*	*verrucipes*	*Pr*
Ranidae	*Lithobates*	*berlandieri*	*Pr*
Ranidae	*Lithobates*	*montezumae*	*Pr*

Fuente PMDUOET-SMA, 2019

Peces

El principal cauce del municipio lo constituye el Río la Laja, no existen registros de la diversidad de peces antes de la formación de la presa que alimenta. Actualmente se reportan 13 Especies, distribuidas en 11 Géneros y seis Familias. Dos especies sonexóticas *Cyprinus carpio* y *Oreochromis aureus*.

Estudio de campo:

Herpetofauna: Se realizaron recorridos en el área del proyecto (Transectos de prospección visual) con el objeto de observar, y en su

caso, capturar individuos con el fin de obtener datos biométricos de los mismos y facilitar la identificación. Para este fin se utilizaron ganchos herpetológicos que facilitan la búsqueda y manejo de los individuos, particularmente serpientes, redes, guantes y bolsas de manta. Así mismo, se utilizó cámara fotográfica y binoculares (cámara FinePix S3300 FUJIFILM 26x, teleobjetivo 4.3-111.8 y binoculares telescópicos Hd con visión nocturna 80x80) para facilitar la observación y registro de los organismos.

Avifauna: Se aplicó el muestreo de aves por puntos, el cual es un método indirecto que consiste en la observación de las aves con ayuda de binoculares (binoculares telescópicos Hd con visión nocturna 80x80) y cámara fotográfica digital (FinePix S3300 FUJIFILM 26x, teleobjetivo 4.3-111.8 y), dicha observación se llevó a cabo desde el centro de una unidad de muestreo abarcando un radio de 30m (FMCN et al., 2018). Se realizó la observación de las características morfológicas o el canto del ave por un tiempo específico (a intervalos de 5 minutos) para estandarizar la metodología.

Cuando es posible se lleva un registro fotográfico para apoyar la identificación y para la evidencia fotográfica, además del llenado de formatos de campo (FMCN et al., 2018). La identificación se realizó con el uso de la Guía de Campo para Aves de México de Peterson y Chalif, 2008 y mediante el programa Merlin Bird ID, que es una aplicación desarrollada por el Laboratorio de Ornitología de Cornell con la base de datos de eBird.

Mastofauna: En el caso de mamíferos, se utilizaron métodos indirectos mediante identificación de rastros (huellas y excretas) en transectos o recorridos a través del área de estudio. Además, se aplicó el muestreo por fototrampeo para la identificación de especies a través de imágenes fotográficas (FMCN et al., 2018).

Para este estudio se instalaron 2 Cámaras-trampa con atrayente (cebo) durante una semana, en un área del proyecto donde se encuentra la vegetación conservada, con la finalidad de capturar evidencias de avistamientos en la zona, las cuales permiten tener el registro de las especies sin perturbarlas. Además de la posibilidad de identificar individuos, las cámaras proveen información sobre el ámbito hogareño de la especie y sus patrones de actividad (Di Bitetti et al. 2006).

Cada Cámara trampa se colocó a una altura de 40 cm del nivel del piso sujetas a árboles (FMCN et al., 2018), posteriormente se limpió la zona del área de proyección para evitar que el movimiento de las arbustos, ramas u hojas activaran los sensores de movimiento (Silver; 2004). Frente a cada Cámara trampa, a una distancia de 2 metros del lente se colocó un cebo de doble propósito, que consiste en hojuela de avena remojada con vainilla para mamíferos omnívoros o herbívoros y sardina para los mamíferos carnívoros u omnívoros (Orjuela, Jiménez; 2004).

Previamente, se configuraron para que funcionaran las 24 horas y que por cada evento de movimiento o calor detectado tomara tres fotografías, al igual que registrara en cada foto la fecha y hora. Sin embargo, el registro fue nulo para ejemplares de fauna silvestre.

También se implementaron métodos directos de captura con ayuda de trampa tipo Tomahawk para mamíferos medianos, este tipo de trampas se instalan en sitios potenciales como paso de fauna, refugio o madrigueras. Para este estudio se utilizó una trampa cebada con sardina y hojuelas de avena remojadas con vainilla. No hubo captura de ejemplares de fauna silvestre.

La identificación de especies de mamíferos y sus rastros se realizó con ayuda del Manual para el Rastreo de Mamíferos Silvestres de México y Huellas de los Mamíferos de México de Aranda (2012, 2013 respectivamente).

Se intentó que los organismos de todos los grupos fueran identificados a nivel de especie.

Se considera que la fauna del lugar ha sufrido un desplazamiento que ha sido originado por las actividades de cultivos de temporal en el sitio y zonas aledañas.

La fauna del área del proyecto y zona de influencia está representada por las siguientes especies:

Tabla 18 Fauna en el área del proyecto

Clase	Nombre común	Nombre científico	Relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010	Tipo de registro
Mamíferos	Ratón	*Peromyscus* sp.	N/A	Avistado
	Murciélago	Sin identificar	N/A	Avistado
	Ardilla	*Sciurus* sp	N/A	Avistado
Aves	Huilota	*Zenaida macroura*	N/A	Avistado
	Tortolita	*Columbina inca*	N/A	Avistado
	Gorrión común	*Carpodacus mexicanus*	N/A	Avistado
	Cuervo	*Corvus corax*	N/A	Avistado
	Aura	*Cathartes aura*	N/A	Avistado

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** E: Endémica a México, - No endémica, N: Nativa, I: Introducida

Debido a las condiciones de la zona que presenta un bajo estado de conservación y tomando en cuenta las actividades de cultivos agrícolas en las cercanías, se ha ocasionado un desplazamiento del lugar de las distintas especies de fauna hacia sitios más alejados del sitio del proyecto, por lo anterior solo se estimó la abundancia de las especies de acuerdo con los datos proporcionados por los dueños del predio, considerando una distribución dispersa con relación a su forma de agregarse.

De acuerdo a las técnicas aplicadas para este factor (observación directa de fauna, conteo de indicios y entrevistas con el propietario del predio) y siendo éste un recurso asociado a la vegetación se observa que el sitio ha resultado afectado a través del tiempo principalmente por las actividades agrícolas desarrolladas en el sitio y de bancos de material en la cercanía, de tal forma que hoy se encuentra escasamente representado por organismos de las siguientes clases taxonómicas: aves (5 especies) y mamíferos (3 especies).

Así la estructura y composición que tenemos de la fauna en el sitio son un claro indicativo de la alteración que tenemos en el ecosistema; donde solamente encontramos representados aquellos organismos que han sido capaces de soportar la presión que el hombre ha ejercido con el desarrollo de sus actividades. En estas condiciones, otros organismos tal vez han emigrado hacia áreas más favorables para asegurar su supervivencia.

La fauna reportada para la zona consideramos no sufrirá afectaciones importantes con el desarrollo del proyecto, debido a que el sitio donde se pretende la instalación de la Central de Cogeneración **Chada Farms** se encuentra adjunto a un área considerada para invernaderos.

4.2.2.3 ESPECIES CON ESTATUS DE PROTECCIÓN, SI EXISTEN

Al efectuar una revisión de la Norma Ecológica Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, **no se observó alguna especie considerada como amenazada o en peligro de extinción.**

4.2.3 Paisaje

Conocer las características físicas del territorio es indispensable para entender los elementos que han originado y albergado a la biodiversidad de cualquier territorio. El -municipio de San Miguel de Allende es parte de las Sierras y Altiplanicie de la Mesa del Centro, la serranía atraviesa el territorio del estado, desde el Bajío hacia el Norte.

Entre sus principales elevaciones destacan los cerros Los Picachos, Cerro el Támbula y Cerro la Márgara, que en piedemonte llegan a una parte plana, que se caracteriza por extensas zonas de matorral, cabe señalar que dentro del territorio se encuentra la presa de San Miguel (CONABIO, 2012). Estos elementos han favorecido que el municipio presente una alta biodiversidad a pesar de la extensión de este.

El potencial estético de la zona se verá modificado ya que se contempla desarrollar un proyecto que alterará las formas topográficas del lugar y por consecuencia el paisaje se modificara, así mismo se considera que las medidas de mitigación propuestas ayudarán a mitigar estos fuertes impactos al ejecutar los planes para el uso posterior del sitio en donde se pretende realizar labores de regeneración al término de la vida útil del proyecto.

- **Visibilidad**

Debido a la ubicación del predio dentro de la zona de invernaderos, la visibilidad es reducida.

- **Calidad paisajística**

La calidad del sitio es baja, debido a que está completamente consolidada y modificada.

- **Fragilidad**

Debido a que el sitio ya fue modificado desde tiempo atrás, y que no se considera un lugar frágil, podrá soportar los nuevos cambios que en él se realicen.

4.2.4 Medio socioeconómico

Conocer el medio socioeconómico es clave para identificar la población vulnerable, evaluar el bienestar humano y diseñar medidas de mitigación efectivas. Permite entender cómo una obra altera la vida local y asegura un desarrollo verdaderamente sostenible.

Identifica a los afectados, muestra quién vive cerca del proyecto, sus ingresos, su empleo, su salud. Ayuda a visualizar si el proyecto traerá buenos empleos o si causará problemas como ruido, tráfico o desplazamiento. También permite a las autoridades determinar si los beneficios sociales son mayores que los daños al entorno.

4.2.4.1 DEMOGRAFÍA

Conocer la demografía del sitio donde se llevará a cabo un proyecto que puede impactar ambientalmente es importante ya que permite evaluar la presión humana sobre los recursos, anticipar conflictos sociales y diseñar medidas de mitigación eficaces para la comunidad local.

De acuerdo con los datos del INEGI (2015), en el municipio de San Miguel de Allende existen 171,857 habitantes, lo que representa el 2.94% de la población total del estado de Guanajuato. Su población se asienta en 512 localidades, tres son urbanas por tener más de 2,500 habitantes

y el resto se distribuye en 509 localidades consideradas rurales por tener menos de 2,500 habitantes.

San Miguel de Allende es la cabecera municipal y es la localidad más poblada ya que concentra al 43.5% de la población municipal. La información del total de habitantes por localidad se muestra en el siguiente cuadro; los datos a nivel localidad provienen del Censo de Población y Vivienda 2010 principales resultados por localidad (ITER).

San Miguel de Allende es la cabecera municipal y es la localidad más poblada ya que concentra al 43.5% de la población municipal. La información del total de habitantes por localidad se muestra en el siguiente cuadro; los datos a nivel localidad provienen del Censo de Población y Vivienda 2010 principales resultados por localidad (ITER).

Según, los censos de población, San Miguel de Allende ha tenido un crecimiento de 2.6 veces su población en un lapso de 45 años contados a partir del año 1970 hasta el 2015.

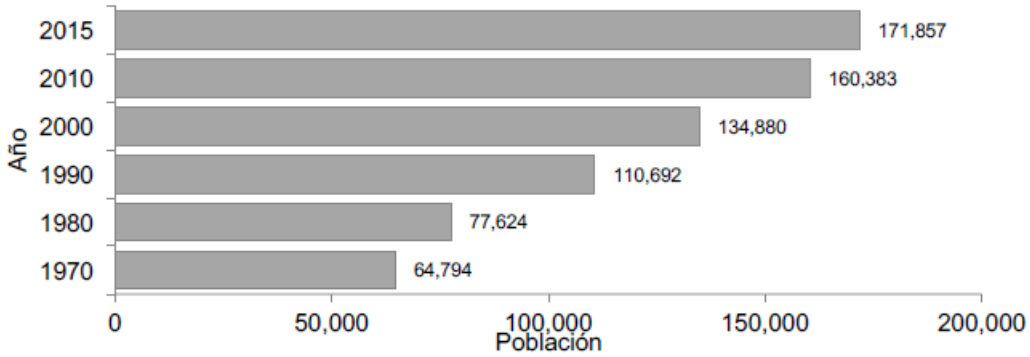


Figura 11 Crecimiento poblacional del municipio de San Miguel de allende (1970 a 2015).

Fuente PMDUOET-SMA, 2019, tomado de INEGI 2016a).

La tasa de crecimiento poblacional para el municipio está por encima de valor 1.0 lo que indica un crecimiento continuo, este crecimiento es mayor en la cabecera municipal.

Estructura de la Población, Clasificación por Sexo y Edad en Grupos Quinquenales y en Grandes Grupos de Edad.

De acuerdo al INEGI (2015), la relación entre hombres y mujeres es de 92 hombres por cada 100 mujeres. La población femenina comprende

89,399 habitantes equivalente al 52.02% del total municipal, mientras que la masculina tiene un porcentaje menor correspondiente con el 47.98%, es decir 82,458 habitantes.

Más de la mitad de la población tiene menos de 29 años (96,472 habitantes), el 30% tiene de 0 a 14 años y el 26% de 15 a 29 años. Los grupos mayores de 30 años tienen porcentajes menores de distribución, de 30 a 44 años se concentra el 21% de los habitantes, de 45 a 59 años el 12%, de 60 a 74 años el 8%, y más de 75 años, tan sólo representan el .0017%.

En cuanto a los tres grupos grandes de edad, predominan los adultos (15 a 64 años) ya que este grupo concentra al 62.21% de la población; después el grupo de edad joven (0 a 14 años) que agrupa al 30.15%, mientras que los adultos mayores (65 años y más) equivalen al restante 7.5% de los habitantes del municipio.

Contexto territorial

El proyecto se inserta en un entorno predominantemente rural y agropecuario, caracterizado por parcelas agrícolas, superficies de cultivo, caminos locales y asentamientos humanos dispersos. En el entorno se identifican diversas localidades, entre las que destacan San Martín del Paraíso, San José, San Miguel, Los Rodríguez, La Minita, Félix M. Bátolos, San Miguelito, Castrejón de Abajo y otras poblaciones rurales de menor tamaño.

La cartografía incorpora la delimitación de las AGEB en el área de influencia, incluyendo referencias tales como las AGEB 0710, 0725 y 098A. Estas unidades geoestadísticas permiten contextualizar el proyecto respecto de la distribución territorial de las localidades y sirven como base para el análisis del componente socioeconómico, particularmente para la identificación de población, vivienda, servicios, equipamiento y condiciones generales del área de estudio.

El plano también señala la presencia de infraestructura y elementos de interés público, como escuelas, templos, cementerios, centros de asistencia médica, bancos de material, rellenos sanitarios y áreas industriales. Estos elementos se concentran principalmente en las localidades y corredores de comunicación próximos, sin que el mapa identifique la superposición de la central propuesta con dichos equipamientos.

El mapa permite observar que el proyecto se desarrollará en un área previamente transformada por actividades agrícolas e infraestructura asociada, dentro de un territorio donde predominan los usos agropecuarios y los asentamientos rurales dispersos. La ubicación de la central dentro del complejo **Chada Farms** reduce la necesidad de ocupar terrenos adicionales o de inducir cambios de uso del suelo fuera de las instalaciones existentes.

La información cartográfica también permite identificar que la central propuesta no se encuentra sobre localidades, centros de asistencia médica, escuelas, templos, cementerios, bancos de material, rellenos sanitarios, cuerpos de agua ni trazos de vías férreas. Esto contribuye a reducir conflictos territoriales directos con elementos sensibles del entorno, sin perjuicio de que los análisis específicos de ruido, emisiones, riesgo, tránsito, seguridad industrial y manejo de agua deban desarrollarse en los apartados correspondientes de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto,
la **FIGURA 11. Mapas áreas geoestadística base (AGEB)**

4.2.4.2 FACTORES SOCIOCULTURALES

En San Miguel de Allende se registraron un total de 42,695 hogares censales, de estos 29,756 reconocen a un varón como jefe y 12,939 a una mujer como tal. En la forma relativa, por cada cien hogares censales, 70 son dirigidos por un hombre y 30 por una mujer (INEGI, 2015).

en relación con el tipo de hogares, el 88.64% se clasifican como familiares, dentro de esta clasificación predomina el 71% de hogares nucleares (compuesto por jefe de familiar y su cónyuge, uno o más hijos, o el jefe de familia y sus hijos), mientras que el restante 29% corresponde a hogares no nucleares (conformado por la familia nuclear y otro familiar o persona que no tiene parentesco).

Población Indígena

El Catálogo de Localidades Indígenas 2010 de la CDI (2010), menciona que la población indígena de San Miguel de Allende es de 1,463 personas (0.91% de la población total municipal), situación que lo clasifica como municipio con "Población indígena dispersa". En el siguiente cuadro se muestran las localidades con mayor presencia de población indígena.

.

Tabla 19 Cuadro. Población indígena, distribución porcentual y grado de marginación de las localidades de SMA

Nombre de la localidad	Población indígena	Porcentaje	Grado de marginación
San Miguel de Allende	610	41.70	Bajo
La Cuadrilla	97	6.63	Alto
Lomas de San José	56	3.83	Alto
Agustín González	54	3.69	Alto
Presa Allende	42	2.87	Alto
Los Rodríguez	31	2.12	Alto
Los Galvanez	27	1.85	Alto
Banda	26	1.78	Alto
Montecillo de Nieto	23	1.57	Alto
San Lucas	22	1.50	Muy alto
Palo Colorado	21	1.44	Alto
Salitrillo	20	1.37	Alto
Bordo Colorado	17	1.16	Alto
Artesano (La Luz)	17	1.16	Alto
El Capaderillo	16	1.09	Alto
Localidades con población indígena menor a 15 personas (76 localidades)	384	26	Alto

Fuente: PMDUOET-SMA, 2019, Elaboración propia con base en CDI (2010)

El mismo catálogo tiene registro de 91 localidades con presencia indígena, valor equivalente al 18% del total de localidades, con índices de marginación alto.

La cabecera municipal es la localidad que registra mayor cantidad ya que agrupa al 42% de los habitantes indígenas del municipio, después La Cuadrilla con 97 personas, Lomas de San José y Agustín González con 56 y 54 personas respectivamente.

- **Migración**

Los datos de migración del INEGI (2010), presentan que el 90.92% de la población residente en el municipio de San Miguel de Allende nació en el estado de Guanajuato, el 6.40% nació en otra entidad, el 1.56% en otro país y el 2 % restante no está especificado.

Los nacimientos en otra entidad son registrados en diferentes estados del país, sin embargo, provienen principalmente de la Ciudad de México (38.83%), del estado de Querétaro (13.37%), del Estado de México (12.43%); y en menor cantidad de Michoacán de Ocampo (4.71%), de Jalisco (3.92%) y de Veracruz (2.59%).

El 68% de la población que nació en otra entidad federativa se asentó en la cabecera municipal, esto equivale a 7,020 personas, debido a que es considerada una zona de descanso y de retiro especialmente para personas mayores y del extranjero.

El resto de las personas en menor cantidad se localizaron en las localidades de Los Rodríguez y Colonia de San Luis Rey principalmente.

- **Educación**

De la población mayor a 15 años (119,984 personas), el 90.79% es alfabeta (que sabe leer y escribir), el 8.08% tiene una condición analfabeta (no sabe leer ni escribir) y el 1.13% no está especificado. Predominando en ambas situaciones el porcentaje de mujeres (INEGI, 2015).

Gran parte de la población tiene algún nivel de estudios, ya que el grado promedio de escolaridad en el municipio es de 7.99 años. Más de la mitad de la población terminó alguna etapa de la educación básica (preescolar, primaria y/o secundaria), destacando la primaria; el 16% registró haber cursado la preparatoria y el 13% alguna carrera universitaria; mientras que el 11% no tiene ningún grado de escolaridad.

De la población mayor a 3 años (162,519 personas), el 30.79% asiste a la escuela tanto hombres como mujeres. El grupo de edad de 3 a 14 años sobresale, ya que el 88% de estos asisten a la escuela en algún nivel de educación básica. Los jóvenes de 15 a 17 años tienen un porcentaje menor con el 64.69% de asistentes a secundarias o preparatorias; mientras que el 13.70% de jóvenes de 18 a 29 años asisten a alguna escuela principalmente de nivel superior (INEGI, 2015).

- **Rezago Social y Pobreza**

La medición de pobreza que desarrolla CONEVAL utiliza al ingreso económico como un acercamiento del bienestar económico de una población, mediante estadísticas de diversos indicadores sociales. De acuerdo con los indicadores de CONEVAL (2015), San Miguel de Allende presenta 81,652 habitantes en alguna situación de pobreza, esto equivale al 47.5% de la población para el año 2015, porcentaje menor al registrado en el 2010.

Los indicadores de carencia social se relacionan con el rezago educativo, acceso a servicios de salud, alimentación y seguridad social, calidad, espacio y servicios básicos en la vivienda. Las personas vulnerables por tener algún tipo de estas representan el 39.9% de la población registrada en el 2015. Predomina la falta de acceso a seguridad social en el 77% del total poblacional, seguido de servicios básicos en la vivienda en un

27.4%, siendo la cabecera municipal y la localidad de Palo Colorado las que reportan el menor índice de rezago social.

4.2.4.3 ECONOMÍA Y ESTRUCTURA PRODUCTIVA

La población económicamente activa del municipio equivale al 46.40% de la población mayor de 12 años (131,064 habitantes), tendiendo a ser en su mayoría hombres. De este total, el 93% se clasifica como ocupada mientras que casi el 7% como desocupada. La población no económicamente activa representa más de la mitad de la población (53.47%) y el 0.13% no está especificado.

Como lo señala INEGI (2015), la población ocupada (económicamente activa) del municipio corresponde a 54,674 personas. Su distribución económica por sector de actividad muestra que el sector de servicios agrupa a la mayor cantidad de personas (41.35%).

Distribución Económica de la Población por Nivel de Ingreso

De acuerdo con la posición en el trabajo, el 72.85% de la población ocupada se clasifica como trabajadores asalariados, el 25.85% no son asalariados y el 1.5% no está especificado (INEGI, 2015).

Su división ocupacional corresponde a comerciantes y trabajadores de diversos servicios agrupando a la mayoría de la población (44.73%), es seguido de trabajadores de la industria en un 26.66%, los funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos agrupan al 18.65%, y finalmente, los trabajadores agropecuarios equivalen al 9.07%. Los ingresos de las personas ocupadas que se desempeñan en alguno de estos empleos muestran que el 54% de la población gana más de dos salarios mínimos.

Sectores Económicos

San Miguel de Allende, tiene una población económicamente activa de 60,814 personas, que representa el 46.40% del total municipal, de la cual el 93.18% es población ocupada, lo que se refiere a que desarrollan algún tipo de actividad económica.

En la siguiente figura, se observa que el principal sector de actividad dentro del municipio es el terciario, con el 54.83% de la población ocupada en esta rama, los cuales se desarrollan principalmente en la cabecera municipal, seguido del sector secundario con el 32.46%, y finalmente, el sector primario con el 11.09%.

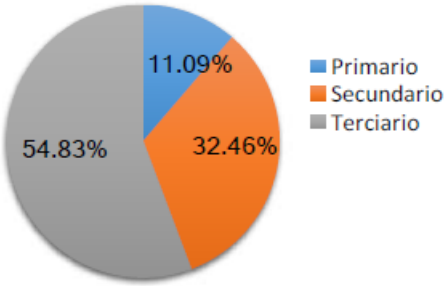


Figura 12 Participación por sector de actividad.

FUENTE: INEGI (2015) TOMADO DE PMDUOET-SMA, 2019

Las 56,674 personas ocupadas en el municipio se distribuyen en cuatro sectores ocupacionales, donde la mayor parte de la población se dedica al comercio y además son trabajadores en los diversos servicios ofrecidos en el municipio, de los cuales el 72.85% son trabajadores asalariados, mientras que el 25.65% corresponde a los no asalariados.

En 2015, de las 56,674 personas ocupadas en el municipio, el 54.57% tenía uningreso de más de dos salarios mínimos (s. m.), el 31.05% ganaba entre uno y dos; y el 6.97% recibía como máximo un salario mínimo.

- **Sector Primario**

El sector primario según información del INEGI incluye las actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas. Contemplando actividades como la agricultura, ganadería o minería.

- ***Sector agrícola***

La actividad agrícola del municipio se desarrolla en 11,231 terrenos registrados que equivalen a 75,964.32 has. Para el año 2015, la agricultura de temporal reportó una mayor superficie cultivada y cosechada (19,928 ha.) la cual representa más del doble que la superficie destinada a la agricultura de riego (8,291 ha.); sin embargo, la producción de la agricultura de riego generó 503,201.26 miles de pesos, mientras que la de temporal generó únicamente 66,381.13 miles de pesos.

Las hectáreas destinadas para cultivo en San Miguel de Allende, principalmente se dedican a la producción de maíz y frijol; de las cuales la producción de maíz es la que cuenta con mayor superficie cultivada.

- ***Sector ganadero***

La ganadería es una actividad económica que consiste en el manejo y explotación de animales domésticos con fines de producción, para su aprovechamiento y comercio en el mercado local y regional. Esta actividad se lleva a cabo en 17,633.70 ha. del municipio (INEGI, 2016).

De acuerdo con el INEGI (2016), las principales especies registradas en las actividades ganaderas del municipio son los bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, colmenas y aves de corral. Los bovinos, ocupan el mayor número de terrenos (295) que es el equivalente a 113,760.06 ha.

El conjunto de varias especies (de las cuales no se tienen datos) ocupan 110 terrenos, seguido de las aves de corral con 49, las colmenas ocupan 29 terrenos, por su parte, los ovinos tienen 22 terrenos, mientras que los porcinos tienen 13, y finalmente, los caprinos ocupan únicamente 4 terrenos.

La producción total para la actividad ganadera en el municipio equivale a 1'547,448 pesos. La carne en canal representa el 66.21% del valor de la producción total municipal y las aves tienen la mayor producción con 751,252 toneladas.

Después, los bovinos con una producción de 165,237 toneladas, los porcinos con 102,821 toneladas, ovinos con 4,382 toneladas y los caprinos con 895 toneladas.

La producción de leche genera una fabricación de 75,725 toneladas, con un valor de 512,784 miles de pesos, en donde la leche de bovino tiene la mayor producción con el 99.71%.

Por otro lado, la producción de ganado en pie generó ganancias de 240,884 miles de pesos, donde el principal producto fue el de bovino con 4,815 toneladas, seguido de los porcinos con 2,628 toneladas, los ovinos con 142 toneladas y los caprinos con 27. Finalmente, la producción de productos como huevo y miel generaron un total de 10,077 miles de pesos.

- ***Sector minería***

El sector minero no se desarrolla en gran escala en el municipio, sin embargo el crecimiento acelerado de la ciudad San Miguel de Allende en los últimos años, ha favorecido un incremento significativo en la demanda de materiales para la construcción, lo que ha conducido a la apertura de bancos de explotación de basalto, que es triturado para producir agregados pétreos de diversa granulometría, así como sitios de producción de arena y grava en el lecho de arroyos o ríos, que son utilizados para rellenar áreas en proceso de construcción o en la construcción de vías de comunicación como carreteras y caminos de terracería, la producción y consumo de estos materiales se realiza a nivel local (SGM, 2002).

- ***Sector forestal***

El sector forestal en el municipio se desarrolla en pequeña escala, donde se tiene registro de 43 terrenos que abarcan un área de 260.54 ha. (INEGI, 2016), sin embargo, no hay registro del tipo de especie forestal. El total de esta área es producida por medianos y pequeños productores.

- **Sector Secundario**

El sector secundario se caracteriza por el uso predominante de máquinas y procesos automatizados para la transformación de la materia prima. Las principales divisiones de este sector incluyen: fábricas, talleres e industria en general.

- ***Sector industrial***

Según datos del DENUE (2017), San Miguel de Allende cuenta con 696 unidades económicas referentes a la actividad industrial, de las cuales 561 son industrias manufactureras, en éstas se incluye los talleres que fabrican muebles de madera, productos de herrería, artículos de vidrio, materiales para la construcción, alimentos como tortillas, productos lácteos y cerveza, entre otros.

De las 9 empresas relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final, 4 son encargadas de la generación y distribución de energía eléctrica, mientras que los 5 restantes, se dedican a la captación, tratamiento y suministro de agua potable.

Finalmente, se tiene que las 126 unidades referentes al comercio al por mayor se dedican principalmente a la venta de materiales para la construcción, medicamentos veterinarios, alimentos envasados y maquinaria.

- **Sector Terciario**

El sector terciario recibe los productos elaborados en el sector secundario distribuyéndolos para su venta; también puede aprovechar algún tipo de recurso sin llegar a ser dueño de él, ofreciendo así servicios, tales como, los servicios de comunicación y transporte.

Una de las actividades más importantes en el municipio es la de servicios y comercio, esta se desarrolla principalmente en la cabecera municipal, realizando intercambio comercial y prestación de servicios que tienen que ver con el turismo y comercio al por menor entre sus habitantes, resaltan también los servicios de educación, actividades de gobierno, transporte y servicios profesionales y técnicos.

San Miguel de Allende tiene registradas 812 unidades económicas dedicadas a servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, además cuenta con 89 unidades destinadas al servicio de esparcimiento cultural y deportivo.

- **Subsector Turismo**

Históricamente, en San Miguel de Allende la principal actividad ha sido el turismo que a lo largo de los años ha incrementado, principalmente en la cabecera municipal. Dentro del sector turismo se incluyen las actividades de comercio y servicios (SECTUR, 2016).

Corredores Económicos y Articulación del Municipio en las Cadenas Productivas Regionales

México se divide en tres regiones económicas principales: Región Norte, Centro y Sur. La Región Centro (RC) se compone de 14 entidades, entre las que se encuentran Aguascalientes, Colima, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Zacatecas y Guanajuato (SEDATU, 2014a).

Entre otros aspectos, los estados de esta zona son impulsores de la actividad mercantil, al participar como medios de flujo del transporte e

intercambio comercial. En este contexto, la mayor aportación a los PIB estatales está determinada por las actividades del sector terciario.

Bajo este panorama, el municipio de San Miguel de Allende se encuentra localizado en la zona de mayor afluencia turística de la RC, concentrada en los estados de Guanajuato, Ciudad de México, Jalisco, Nayarit y México.

Así mismo, la cabecera municipal se considera como una de las principales ciudades en las relaciones logísticas de la RC. Mantiene una relación logística consolidada, con Santiago de Querétaro (nodo principal), Guanajuato e Irapuato (nodos secundarios).

Además, forma parte del eje estructurante nacional consolidado, que va desde la Ciudad de México hasta San Luis Potosí, y conecta con la Región económica del Norte (SEDATU, 2014).

4.2.4.4 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015) para 2015 la población del Municipio de San Miguel de Allende equivale a un total de 171 857 habitantes, 7.1% más de la población registrada según el censo 2010 del INEGI, (160,383 habitantes).

En el municipio se concentra del 2.9% de la población estatal, que se encuentra distribuida en 512 localidades, de las cuales únicamente 3 son reconocidas como urbanas y concentran el 47% de la población total.

Vialidad

El municipio de San Miguel de Allende se encuentra ubicado cerca de algunos de los principales corredores carreteros del país, tales como el México-Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras y Manzanillo-Tampico con ramal a Lázaro Cárdenas y Ecuandureo, los cuales le permiten una conectividad comercial importante para la exportación de productos, así como, una buena accesibilidad para el desarrollo de otras actividades económicas.

De igual forma, la infraestructura vial actual del municipio le permite mantener conectividad con municipios y estados vecinos, ya que según datos del INEGI (2017a), cuenta con una red de 764.84 Km compuesta por carreteras federales, estatales y municipales.

En cuanto a la vialidad de jurisdicción federal, se encuentra la Carretera 111 de San Miguel de Allende a El Colorado, Querétaro; que cuenta con 60Km y que entronca con la carretera 57 que va de Querétaro a San Luis Potosí. La carretera 51, que conecta a la Ciudad de San Miguel hacia el norte con Dolores Hidalgo (en un tramo de 27 Km), y hacia el sur con Celaya (en un tramo de 53 Km). Asimismo, es de administración federal la carretera sin número que va de San Miguel de Allende hasta el entronque con la carretera 57, vía Doctor Mora (tramo de 54 Km).

Al interno del municipio las carreteras están constituidas por las de orden estatal y municipal, siendo estas últimas las principales vías de comunicación de las localidades con la cabecera y otros municipios.

De jurisdicción estatal se encuentra el Libramiento que conecta a la carretera 51 (dirección Celaya), con la carretera federal 111 (dirección Querétaro), con 3.47Km. Así como el libramiento que comunica a la carretera 51 (dirección Dolores Hidalgo), con la carretera 51 (dirección Celaya) y el libramiento a Qro., con un tramo de 4.82Km.

Transporte Público

Según datos de la Dirección General de Transporte del Estado de Guanajuato, publicados por el IPLANEG (2017a) el municipio de San Miguel de Allende cuenta con 12 rutas intermunicipales, de las cuales cuatro tienen como destino final dicho municipio y las demás son de paso.

Así también hay 33 rutas foráneas, de las cuales 6 son destino final y las restantes de paso, dichas rutas le permiten estar conectado con al menos 10 municipios del Estado de Guanajuato. En el caso de estaciones de transferencia (estación de autobuses) únicamente se cuenta con el registro de la central de autobuses de la cabecera municipal.

Infraestructura

- **Infraestructura eléctrica**

Para el abastecimiento de energía eléctrica el municipio de San Miguel de Allende cuenta con tres subestaciones de distribución a cargo de la Comisión Federal de Electricidad, dicha infraestructura se encuentra distribuida de la siguiente manera: zona Norte, estación San Miguel de Allende, zona Centro, estación San Miguel y zona Sur, estación San Miguel de Allende Sur.

Las líneas de transmisión se encuentran ubicadas al Este del municipio, atravesándole de Norte a Sur.

- **Infraestructura hidráulica**

El ente encargado de la prestación del servicio de agua potable en el municipio de San Miguel de Allende es el sistema de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel Allende (SAPASMA), el cual funge como el único responsable para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Según datos del Diagnóstico Sectorial de Agua Potable y Saneamiento, elaborado por la Comisión Estatal del Agua (CEAG, 2016), el 100% del agua es obtenida de 20 fuentes subterráneas, la cantidad del vital líquido extraído asciende a 9,117,706m3 al año, mismos que son desinfectados y distribuidos en los centros de población.

En el año 2016, la dotación del recurso por habitante al día fue de 219 litros, sin embargo, el consumo promedio es de 100 litros.

Existen en el municipio 28,274 tomas de agua potable, de las cuales 89.87 corresponden al servicio doméstico, el 4.2% a comercial, el 4.4% a tomas mixtas, el 1% a industrial y el 0.48% a tomas públicas.

Según los datos de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015) el total de viviendas particulares habitadas fue de 42,695. De estas el 66.2% cuenta con agua entubada; el 73% de las viviendas en zona urbana cuentan con el servicio de agua potable, mientras que el 51.8% de las viviendas en zonas rurales tiene acceso al servicio.

Drenaje y saneamiento

Es también el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel de Allende, el organismo encargado del drenaje y saneamiento del agua en el municipio.

Se tiene un registro de 25,591 unidades de descarga de aguas residuales, en las que las descargas domésticas abarcan el 89.36% de unidades de descarga, concentrándose en los centros urbanos de población; seguidas de las descargas mixtas con el 4.78% mixtas, mientras que las comerciales representan el 4.5%, las industriales representan el 1.07 y finalmente las descargas públicas equivalen al 0.26% En cuanto a tratamiento de aguas residuales, el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de

Aguas Residuales en Operación, indica que el municipio cuenta con dos plantas, las cuales llevan por nombre Allende y Charco del Ingenio, esta última actualmente sin funcionamiento.

La planta Allende se ubica en la zona urbana, tiene capacidad de 120l/s y el caudal tratado es de 90 l/s. El proceso por el cual el agua es tratada es mediante el uso de lodos activados.

Equipamiento Urbano

Educación y cultura

En infraestructura educativa San Miguel de Allende cuenta con 572 centros educativos, de los cuales 37.6% son de preescolar, 36.5% de primaria, 12.4% de secundaria, 9,4% de bachillerato y 2.6% de nivel superior.

A partir de la estimación de cobertura educativa del municipio mediante el sistema normativo de equipamiento definido por la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), se ha identificado que el municipio únicamente cuenta con una buena cobertura educativa en los niveles preescolar y bachillerato, ya que son los únicos que presentan un superávit de cobertura, a diferencia de los demás niveles que se encuentran en déficit, de los cuales el más significativo es el de nivel primario.

En cuanto a infraestructura del rubro cultural, la estimación elaborada muestra un déficit considerable, sin embargo, es de mencionar, que dicho dato se deriva de la ausencia de información, ya que no se cuenta con los datos necesarios que permiten estimar la cobertura de la infraestructura analizada.

De manera general se menciona la existencia de 2 teatros, 2 casas de cultura y 8 museos, los cuales se concentran en la cabecera del municipio, lo cual a grandes rasgos es un indicador de la ausencia considerable de cobertura en las localidades fuera de esta.

Salud y asistencia social

La cobertura del equipamiento de salud para el municipio de San Miguel de Allende se concentra en:

Tabla 20 Equipamiento de Salud en SMA.

Centro de Atención Integral en Servicios Esenciales de Salud (CAISES)	
Hospital General San Miguel de Allende "Felipe G. Dobarganes"	
Unidad Médica Familiar 11 del IMSS	
Unidad Médica Familiar del ISSSTE	
Unidad de Especialidad Médica de Atención Primaria en Adicciones	
Tipo de Unidad	*Localidad*
16 Unidades Médicas de Atención Primaria a la Salud (UMAPS)	Agustín González
	Alcocer
	Santuario de Atotonilco
	La Cieneguita
	Corral de Piedras de Arriba
	Corralejo de Arriba
	La Cruz del Palmar
	Fajardo de Bocas
	Galvanes
	Jalpa
	La Palmilla
	Puerto de Nieto
	Los Rodríguez
	San Miguelito
	La Talega
	San José de Allende

Fuente:Secretaría de Salud del Estado de Guanajuato (2019). Tomado de PMDUOET-SMA, 2019.

Comercio y abastos

En el municipio de San Miguel de Allende la actividad económica comercial y de abastos con infraestructura establecida se identifica en la cabecera municipal, en la que se ubican dos mercados y dos tianguis para dichas actividades, como tal no se tiene identificada alguna central de abastos.

Comunicación y transporte

En cuanto a la infraestructura para el transporte, San Miguel de Allende únicamente cuenta con una central de autobuses.

Recreación y deporte

La disponibilidad de instalaciones deportivas en su mayoría se encuentra registrada bajo administraciones privadas, concentrándose estas en su totalidad en la cabecera municipal.

Existe un módulo de COMUDE en San Miguel de Allende, así como un estadio municipal y existen distintos campos municipales.

Administración pública y servicios urbanos

Para la administración pública y de servicios urbanos, San Miguel de Allende cuenta con una amplia cobertura institucional gubernamental, ya que en su demarcación se encuentran instituciones jurídicas, administrativas, fiscales, electorales y de seguridad pública. Sin embargo y al igual que en varias de los anteriores rubros, son áreas que se concentran en la cabecera municipal

También cabe mencionar que las estaciones de servicio y distribución de combustible se encuentran concentradas en la demarcación de la cabecera. Para la deposición de desechos el municipio cuenta con un relleno sanitario, el cual se ubica al norte de este y tanto el manejo como la recolección se encuentran concesionados a empresas particulares.

Vivienda

Según el censo de población y vivienda de INEGI, 2010, el 48.42% de las viviendas del municipio se concentran en San Miguel de Allende, repartiéndose el restante 51.68% en 511 localidades restantes, de las cuales ninguna sobrepasa el 1.94% de viviendas respecto al total del municipio. Del total de las viviendas se estima que únicamente el 77.9% se encuentran habitadas, en el caso de la localidad con mayor número (San Miguel de Allende) del total de viviendas, solo el 73% están habitadas.

En cuanto a cobertura, a nivel general en servicios como agua, drenaje y electricidad, según datos del mismo censo, el 95.3% de las viviendas habitadas cuenta con servicio de energía eléctrica, el 84.7% con servicio de agua y el 76% con servicio de drenaje

El predio donde se pretende la realización de la obra, por su ubicación cuenta con los servicios como energía eléctrica y accesos hasta el sitio del proyecto.

4.2.4.5 USO ACTUAL DEL SUELO EN EL ENTORNO INMEDIATO

Actualmente el sitio propuesto para la construcción y operación de la Central de Cogeneración **Chada Farms** es considerado un terreno de agrícola de baja aptitud con presencia de vegetación secundaria y pastizal.

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación, el entorno inmediato del proyecto se encuentra conformado principalmente por áreas de agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de temporal y zonas con vegetación secundaria y pastizales.

La ubicación propuesta para el proyecto **Cogeneración Eficiente "Chada Agricultura"** se encuentra dentro de un complejo agrícola de producción controlada. Por ello, el uso actual del suelo en el sitio específico no corresponde a un terreno natural conservado, sino a un espacio previamente transformado por actividades agropecuarias y por la construcción de infraestructura productiva.

En el área inmediata de **Chada Farms** predominan las superficies agrícolas y las instalaciones asociadas a la producción hortícola bajo invernadero. La cartografía muestra que la central se localiza dentro del polígono de las instalaciones de **Chada Farms**, representado en color rojo, en un entorno donde se observan parcelas agrícolas, caminos, localidades rurales, escurrimientos y áreas con vegetación secundaria.

La clasificación cartográfica identifica también, hacia sectores cercanos, áreas de pastizal natural, pastizal inducido, matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo y pastizal. Estos tipos de cobertura se encuentran distribuidos principalmente fuera del área inmediata de implantación de la central y se relacionan con las variaciones topográficas, el uso histórico del suelo y el grado de intervención de cada sector.

En el sitio específico donde se pretende instalar la central, el uso actual está dominado por infraestructura agrícola y superficies modificadas. En consecuencia, no se identifica una cobertura vegetal primaria continua dentro del área destinada a la central. La vegetación que pudiera encontrarse en sus alrededores corresponde principalmente a vegetación secundaria, pastizales y elementos aislados asociados a bordes de parcelas, caminos y canales.

El uso de suelo agrícola de riego que caracteriza al entorno inmediato es congruente con la actividad productiva de **Chada Farms**. El complejo cuenta con invernaderos, cuartos técnicos, sistemas hidráulicos, vialidades, reservorios, áreas de empaque y otras instalaciones de apoyo, por lo que la central se integrará a una zona agroindustrial previamente establecida.

La construcción de la central no representa un cambio del uso predominante del predio hacia una actividad industrial independiente. Se trata de infraestructura energética complementaria destinada a atender las necesidades eléctricas y térmicas de las actividades agrícolas protegidas. Esta condición es compatible con la función productiva actual del complejo y con el aprovechamiento de un sitio previamente intervenido.

En el entorno inmediato también se identifican caminos y vialidades que conectan el complejo con las localidades y carreteras regionales. Estos elementos facilitarán el acceso de personal, materiales, maquinaria y equipos durante la construcción, así como las actividades de mantenimiento durante la operación.

Desde el punto de vista ambiental, la condición de uso agrícola y agroindustrial del entorno determina que el sitio presente un grado de transformación previo. Las principales modificaciones existentes se relacionan con la remoción histórica de la vegetación, la preparación y compactación del suelo, el establecimiento de parcelas, la construcción de caminos, la instalación de sistemas de riego y la presencia de infraestructura productiva.

La instalación de la central generará una modificación puntual y localizada, relacionada con la construcción de plataformas, cimentaciones, cuartos técnicos, subestaciones, bancos de ductos, tuberías y áreas de maniobra. No se prevé la apertura de un nuevo predio industrial ni la ocupación de áreas naturales alejadas del complejo.

Las superficies que no formen parte de la central deberán conservarse libres de residuos, materiales de construcción y tránsito innecesario de maquinaria. Asimismo, se deberán respetar las áreas agrícolas, los caminos existentes, los canales de riego, los reservorios y las zonas con vegetación secundaria que no sean requeridas para la ejecución del proyecto.

Con base en la cartografía revisada, el entorno inmediato del proyecto se caracteriza por un uso agrícola de riego y por infraestructura agroindustrial asociada a la producción hortícola. La central de cogeneración se integrará a este sistema productivo como una obra complementaria, sin modificar sustancialmente el uso actual del suelo ni afectar superficies de vegetación natural conservada.

Véase el **ANEXO 16** correspondiente a la cartografía del proyecto, la **FIGURA 12. Uso de suelos.**

4.2.5 Diagnóstico ambiental

4.2.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer una Descripción del Sistema Ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio. Por otra parte, contaremos con una base para identificar los impactos al ambiente, definir las medidas de mitigación de estos.

Partiendo de lo anterior y mediante el uso de sobreposición de imágenes, procedemos a correlacionar la información específica de las diferentes capas trabajadas para los puntos referentes a Delimitación del Área de Estudio, Descripción del Medio Físico y Descripción del Medio Natural, encontrando lo siguiente:

El sistema ambiental resultante de la definición del área de estudio (sitio del proyecto y su área de influencia), presenta características propias que son el resultado en primera instancia de la interacción de los diferentes factores ambientales; y donde el clima a través de sus elementos meteorológicos (lluvia, temperatura, vientos, heladas, etc.), juegan un papel fundamental en el desarrollo de los otros en un periodo de tiempo dado; fundamentales aquí resultan la temperatura y precipitación.

Para la zona de estudio se tiene una temperatura en el rango de 12 a 18 °C y la precipitación promedio oscila entre los 135.40 mm durante el año 2025 que lo hacen un clima Seco.

La vegetación y el suelo que tenemos en el área de estudio son resultado de la interacción de los elementos del clima, sin embargo, la vegetación secundaria como: herbáceas y pastos son resultado de las actividades del hombre. Los escurrimientos superficiales están representados por un canal de riego localizado en la parte Noreste del predio.

Aun cuando el sitio del proyecto es un terreno que fue sometido a actividades agrícolas, fue seleccionado por sus características de ubicación, topografía, vías de acceso y disponibilidad del terreno, por lo que resulta atractivo para el desarrollo de proyecto.

La información recabada durante los recorridos de campo con relación a la cubierta vegetal y la fauna asociada, así como la que se tiene en la imagen de satélite, nos muestran una zona desprovista de vegetación
.
Por lo que podemos afirmar que, por la naturaleza y magnitud del proyecto pretendido, su desarrollo no causará impactos ambientales de gran relevancia. Asimismo, impactará de manera directa en los factores social y económico debido a los empleos temporales y permanentes que se generarán.

4.2.5.2 SÍNTESIS DEL INVENTARIO

En este apartado, con los resultados obtenidos en el sistema ambiental actual se llevará a cabo la interacción de todas y cada una de las etapas del proyecto para clasificar cuales acciones pudiera afectar al ambiente y producir un cambio relevante o significativo en el funcionamiento del sistema.

Para lo cual, se identificarán y describirán los impactos ambientales producidos por las diferentes acciones del proyecto y así se evaluarán los cambios generados en el sitio original.

Los indicadores de la calidad del sistema ambiental de acuerdo con los componentes ambientales relevantes nos muestran que el grado de alteración que provocará esta obra será moderada en esta zona específicamente, ya que es una superficie que ha sido utilizada para la agricultura de temporal y posteriormente como invernaderos.

La construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en la zona propuesta fue realizada tomando en cuenta las afectaciones a la zona en sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación, las cuales en su mayoría son de permanencia temporal y poco significativa, las modificaciones causadas por este proyecto nos inducen a visualizar el mejoramiento con los aspectos estéticos del paisaje, ya que partimos de un ambiente modificado y alterado.

Este aspecto de mejoramiento visual lleva consigo un programa de regeneración del sitio el cual incluye actividades de reforestación del área en su etapa de conclusión de actividades y abandono del sitio.

De los ejemplares de flora y fauna presentes en la zona del proyecto ninguna se presenta incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina la Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

4.2.5.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL IDENTIFICADA

La principal problemática ambiental en San Miguel de Allende, Guanajuato, gira en torno a la escasez y contaminación del agua, destacando la sobreexplotación del acuífero, la proliferación masiva de lirio acuático en la presa Allende y el crecimiento urbano desordenado.

El agua subterránea de la subcuenta alta del río La Laja se extrae por encima de su capacidad de recarga natural para uso agropecuario, urbano e industrial. Sumado a lo anterior, se ha detectado contaminación crítica por metales como el fluoruro y arsénico disueltos en el agua de pozos profundos, afectando la salud de las comunidades locales.

Como se mencionó anteriormente, el embalse sufre una invasión severa de lirio acuático, un síntoma del exceso de nutrientes, descargas residuales y materia orgánica provenientes de la cuenca del río Laja.

El avance de la mancha urbana y la caza ilegal amenazan santuarios ecológicos y zonas de recarga claves, como la zona del cerro Palo Huérfano y los alrededores del jardín botánico El Charco del Ingenio. Además, la pérdida de cubierta vegetal y las sequías constantes provocan la degradación de los suelos y escorrentías violentas en época de lluvias.

Lo anterior conlleva a un aumento de la vulnerabilidad ante eventos de precipitación torrencial que se agrava por la falta de mantenimiento a la infraestructura, reducida superficie para recarga de acuíferos y cuidado de los cauces que cruzan la zona urbana generando inundaciones que afectan el patrimonio de los habitantes.

Existen otras problemáticas ambientales dentro de los centros urbanos (Cabecera municipal, Colonia San Luis Rey y Los Rodríguez), en el caso del centro histórico en la cabecera municipal se suscitan problemas de contaminación derivados de la falta de planeación en la movilidad vehicular y rutas del transporte público, lo que en algunos puntos y paradas principales provoca saturación vehicular que deriva en mayor

trabajo de los automotores y, por lo tanto, mayor emisión de gases contaminantes.

Otra problemática que genera perturbación a los espacios naturales ubicados en la zona urbana está representada por el inadecuado manejo y quema de los residuos sólidos urbanos, ya que el servicio de separación, reciclaje y recolección en las zonas de la periferia llega a ser ineficiente derivando en la quema de los mismos (PMDUOET-SMA, 2019).

4.2.5.4 SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL SITIO

La sensibilidad ambiental de un área es la capacidad de un ecosistema para sufrir daños o resistir cambios cuando recibe impactos provenientes de la naturaleza o bien del ser humano.

Depende de factores clave como la biodiversidad, la fragilidad del suelo y la presencia de agua.

Los niveles de sensibilidad se clasifican de la siguiente manera:

- Alta: Zonas con bosques puros, ríos limpios o especies en peligro que son muy susceptibles a la perturbación.
- Media: Lugares con daños previos o de recuperación rápida.
- Baja: Sitios ya muy usados o transformados por el hombre.

Factores de evaluación:

- Medio físico: El tipo de suelo, el relieve y el clima.
- Medio biótico: La cantidad de plantas, animales y ANPs.
- Medio social: Las comunidades y sus actividades económicas locales.

Factores de sensibilidad en el municipio:

- Zonas altas y cauces: Presentan mayor sensibilidad ante el cambio de uso de suelo y riesgo de erosión o afectación hídrica.

- Cuenca del río Laja: considerada un sistema crítico por la presión sobre el recurso hídrico y la necesidad de restauración de suelos.

De acuerdo con los instrumentos de planeación territorial y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET, 2019) de San Miguel de Allende Guanajuato, la localidad de los Rodríguez forma parte de una Unidad de Gestión Ambiental Territorial (UGAT-134) específica que agrupa a esta zona rural-urbana del municipio.

El sistema ambiental del predio propuesto parte de un sitio alterado, por actividades antropogénicas. Cabe mencionar que dentro de los usos previos del sitio se puede señalar que fue utilizado durante mucho tiempo para actividades agropecuarias, principalmente pastoreo de ganado ovino.

Tomando en cuenta lo anterior, el área de proyecto se puede considerar como de **baja sensibilidad ambiental.**

5.0 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

La fase de identificación de impactos ambientales representa la parte medular del presente trabajo, una vez diagnosticado el ambiente, se pueden valorar con mayor precisión las consecuencias del desarrollo del proyecto, además de proponer y evaluar las medidas de mitigación.

La "Evaluación de Impacto Ambiental" puede definirse como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes fisicoquímicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.

El propósito principal del proceso de Evaluación es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y la toma de decisiones para, en definitiva, acabar definiendo actuaciones que sean más compatibles con el medio ambiente.

El análisis se desarrolla a partir de la información técnica del proyecto, la caracterización del sistema ambiental y la identificación de receptores potencialmente expuestos. Para cada interacción identificada se analiza la actividad generadora, el componente receptor, la descripción puntual del efecto, sus atributos ambientales, su importancia y la medida de manejo correspondiente.

5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

5.1.1 Metodología seleccionada

Para identificar y evaluar los impactos ambientales se aplicará una **Matriz de Leopold modificada**, integrada con criterios de valoración cualitativa y semicuantitativa basados en los atributos de importancia propuestos por Conesa Fernández-Vitoria.

La matriz original de Leopold es un instrumento de doble entrada que relaciona, en un eje, las acciones o actividades del proyecto que pueden producir modificaciones ambientales y, en el otro, los

factores o componentes susceptibles de recibir tales efectos. La modificación propuesta consiste en incorporar:

- Identificación única de cada impacto mediante una clave de trazabilidad.
- Redacción específica de la interacción actividad–factor–efecto.
- Clasificación del impacto como positivo, negativo o neutro.
- Valoración de importancia mediante atributos ambientales.
- Determinación de significancia ambiental antes y después de medidas.
- Identificación de impacto residual e impacto inevitable.
- Vinculación directa con medidas de prevención, reducción, control, mitigación, corrección, compensación o potenciación.
- Incorporación de indicadores, metas, frecuencia, responsable y medio de verificación.

Con ello, la metodología no sólo permite listar impactos potenciales, sino llevar un seguimiento técnico y documental desde la identificación inicial hasta la aplicación y verificación de las medidas ambientales.

Justificación metodológica

La Matriz de Leopold modificada se considera adecuada para este proyecto porque:

- Permite analizar de forma ordenada la interacción entre las actividades de ingeniería, obra civil, fabricación, traslado, montaje, pruebas, puesta en marcha y entrega, con cada componente del ambiente.
- Permite diferenciar los impactos temporales de la construcción y fabricación de aquellos asociados con pruebas y operación de los grupos generadores.
- Facilita identificar efectos directos e indirectos en componentes abióticos, bióticos, sociales, de riesgo y paisaje.
- Es una metodología transparente, verificable y adaptable a la escala del proyecto.
- Permite relacionar cada impacto con una medida ambiental específica, evitando medidas generales no vinculadas con la fuente que genera el impacto.

- Es congruente con la necesidad de estructurar un Programa de Vigilancia Ambiental, ya que cada medida puede incorporar indicadores, responsables, frecuencias de revisión y evidencias documentales.

La metodología se aplicará en cinco etapas:

1. Identificación de las actividades y obras del proyecto susceptibles de generar impactos.
2. Selección de los factores y componentes ambientales potencialmente receptores.
3. Construcción de la matriz de identificación de impactos ambientales.
4. Evaluación de cada interacción significativa mediante criterios de importancia.
5. Definición de medidas y evaluación del impacto residual posterior a su aplicación.

Un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) requiere de acciones tales como: identificación de impactos, descripción del medio afectado, predicción y estimación de impactos y selección de alternativas y medidas de mitigación. Ante lo cual, se han desarrollado muchas metodologías para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. El término "metodología" se refiere a planteamientos estructurados de cómo llevar a cabo las acciones necesarias dentro del Proceso de Desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental.

- **Indicadores de impacto**

Un indicador de impacto ambiental es una variable o suma de variables que proporciona información sintética sobre un fenómeno ambiental complejo, y permite conocer y evaluar el estado y la variación de la calidad ambiental.

Se considera que los indicadores de impacto deben cumplir por lo menos ocho criterios básicos, que son los siguientes:

- ✓ **Validez científica.** Los indicadores deben estar basados en el conocimiento científico, siendo su significado claro e inequívoco.

- ✓ **Disponibilidad y fiabilidad de los datos.** Los datos necesarios para el diseño de los indicadores deben ser accesibles y estar basados en estadísticas fiables.

- ✓ **Representatividad.** Los indicadores deben estar fuertemente asociados a las propiedades que ellos mismos describen y argumentan.

- ✓ **Sensibilidad a cambios.** El indicador debe responder a los cambios que se producen en el medio, reflejando las tendencias y posibilitando la predicción de situaciones futuras.

- ✓ **Sencillez.** Los indicadores deben ser medibles y cuantificables con relativa facilidad. A su vez, tienen que ser claros, simples y específicos, facilitando su comprensión por no especialistas que vayan a hacer uso de estos.

- ✓ **Relevancia y utilidad.** Los indicadores no sólo tienen que ser relevantes a nivel científico, sino también a nivel político, ya que deben ser útiles en la toma de decisiones.

- ✓ **Comparabilidad.** La información que aporten los indicadores debe permitir la comparación a distintas escalas territoriales y temporales.

- ✓ **Razonable relación costo/beneficio.** El costo de obtención de información debe estar compensado con la utilidad de la información obtenida.

Los indicadores ambientales se han consumado en la actualidad como herramientas imprescindibles para la política y gestión medioambiental. Surgen con el fin de incorporar los criterios ambientales en la toma de decisiones.

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas, ya que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones.

Otro aspecto importante de los indicadores de impacto es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del

proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto.

A continuación, en las siguiente tabla se pueden observar los indicadores de impacto o factores ambientales que fueron considerados para la evaluación del presente proyecto.

Tabla 21. Indicadores evaluación de cumplimiento

Componente	Factor ambiental	Impacto a evaluar	Indicador propuesto
Atmósfera	Calidad del aire	Emisión temporal de polvo por obra civil, tránsito y manejo de materiales	Número de riegos aplicados; evidencia de polvo visible; quejas recibidas; bitácora de condiciones meteorológicas
	Emisiones de combustión	Emisiones provenientes de vehículos, maquinaria, pruebas y puesta en marcha	Mantenimiento de equipos; emisiones visibles; resultados de mediciones en fuentes fijas, cuando aplique
	Ruido	Incremento temporal o periódico de niveles sonoros	Horario de actividades; estado de silenciadores; resultados de monitoreo de ruido, cuando aplique
Suelo	Calidad del suelo	Contaminación por derrames de combustibles, aceites, grasas o residuos	Número de derrames; superficie afectada; kits de contingencia disponibles; comprobantes de limpieza
	Compactación	Modificación de propiedades físicas por obra civil y tránsito de maquinaria	Superficie intervenida; rutas de circulación delimitadas; zonas restauradas
Agua	Consumo de agua	Demanda de agua para obra, limpieza, pruebas o servicios sanitarios	Volumen consumido; número de viajes de pipa; registros de abastecimiento
	Calidad del agua	Riesgo de contaminación por aguas sanitarias, residuos o derrames	Número de sanitarios portátiles; comprobantes de mantenimiento; evidencia de ausencia de descargas
Residuos	RSU	Generación de residuos por personal y embalajes menores	Número de contenedores; volumen estimado; frecuencia de recolección
	RME	Generación de empaques, madera, cartón, plásticos, recortes metálicos y residuos de obra	Volumen o peso generado; segregación; comprobantes de entrega o disposición
	Peligrosos	Generación de estopas, envases contaminados,	Inventario; almacenamiento temporal; manifiestos de

		aceites, grasas, baterías o filtros	entrega a empresa autorizada
Paisaje	Calidad visual	Presencia temporal de maquinaria, materiales, infraestructura y equipos	Orden y limpieza; señalización; retiro oportuno de materiales y residuos
Flora y fauna	Hábitat y desplazamiento	Perturbación temporal por ruido, tránsito y presencia humana	Avistamientos; rescate o ahuyentamiento, en caso de ser necesario; registro de incidentes
Riesgos	Seguridad ocupacional	Accidentes durante obra civil, maniobras, montaje, pruebas y operación	Número de incidentes; capacitaciones; uso de EPP; inspecciones de seguridad
	Incendio o explosión	Riesgo por combustible, lubricantes, soldadura y energización de equipos	Extintores vigentes; señalización; simulacros; reportes de incidentes
Socioeconómico	Empleo	Generación de empleos temporales o especializados	Número de empleos directos e indirectos; porcentaje de contratación local
	Economía local	Adquisición de bienes, servicios, transporte y mano de obra	Monto o número de proveedores locales contratados
	Servicios	Demanda de servicios por operación del proyecto	Consumo de electricidad, agua u otros servicios, conforme a la ingeniería definitiva

5.1.2 Criterios de evaluación

Para la evaluación de los impactos ambientales se requiere contar con datos comparativos de las condiciones históricas y la situación actual del ambiente, en algunos casos de ausencia de información cuantitativa se hicieron apreciaciones cualitativas, que permiten evaluar el posible cambio que pudiera generar un proyecto en el medio.
La caracterización de los impactos se llevó a cabo con los **criterios** establecidos por Conesa Fernández-Vitoria, que señala lo siguiente:

1. Por su **Naturaleza (+/-)**

- Hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

2. Por su **Magnitud (M)** (grado de destrucción)

- Notable: aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio ambiente, que produce o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.
- Media: aquellos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles Notable y Mínimo.
- Mínima: aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

2. Por su **Extensión (Ex)** (área de influencia)

- Puntual: cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado (área de aprovechamiento) nos encontramos ante un impacto puntual.
- Parcial: aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en la totalidad del predio donde se ubica el aprovechamiento.
- Regional: el efecto no admite una ubicación precisa y tiene una influencia generalizada, en áreas adyacentes al predio, como pudiera ser la afectación de una cuenca hidrográfica.

3. Por su **Evidencia (E)** (momento en que se manifiesta)

- Inmediato-Corto plazo: es inmediato cuando el plazo de manifestación del impacto aludido al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado en mínimo
- (inferior a un año).
- Mediano plazo: sí aparece en un período que va de 1 a 5 años.
- Lago plazo: sí el efecto tarda en evidenciarse en más de 5 años.

4. Por su **Persistencia (PE)** (temporalidad o duración)

- Fugaz: si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año.
- Temporal: si dura entre 1 y 10 años.
- Permanente: si el efecto tiene una duración superior a los 10 años.

5. Por su **Recuperabilidad (MC)** (capacidad de recuperación)

- Recuperable: si es totalmente recuperable de manera inmediata o a mediano plazo.
- Mitigable: si es parcialmente recuperable.

- Irrecuperable: alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como la humana.

6. Por su **Reversibilidad (RV)**

- Reversible a corto plazo: sí se auto recupera en un período de tiempo mínimo (inferior a un año)
- Reversible a mediano plazo: que se recupera en un lapso que va de 1 a 5 años
- Irreversible: sí el efecto es irreversible.

7. Por su **Sinergia (SI)**

- Simple: aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación.
- Sinergismo moderado: cuando una acción actuando sobre un factor, tiene un sinergismo moderado con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.
- Altamente sinérgico.

8. Por su **Acumulación (AC)** (incremento progresivo)

- Simple: cuando no produce efectos acumulativos.
- Acumulativo: cuando el efecto es acumulativo.

9. Por su **Efecto (EF)**

- Indirecto (Secundario): su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario.
- Directo: es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

10. Por su **Periodicidad (PR)**

- Discontinuo: aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia
- Periódico: aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- Continuo: aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

Tabla 22 Valores importancia del impacto

Atributo	Tipo	Valor
Magnitud (M)	Mínimo	1
	Media	2
	Notable	4
	Muy alta	8
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Regional	4
Evidencia (E)	Inmediato	4
	Mediano	2
	Largo plazo	1
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Simple	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4

Efecto (EF)	Indirecto	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4

Importancia del impacto
(I)=3M+2EX+2MC+E+PE+RV+SI+AC+EF+PR
(Fórmula basada en la propuesta por Conesa Fernández-Vitoria, 1993)

De acuerdo con nuestra escala de valores, la importancia adquiere valores de 14 a 68, por lo que hemos clasificado el orden de importancia de acuerdo con los siguientes valores:

- Los impactos con valores menores a 18 son irrelevantes, o sea totalmente compatibles con el proyecto.
- Los impactos con valores de entre 18 y 34, son considerados como moderados.
- De 35 a 51, los impactos son severos, y
- Son críticos cuando su valor es mayor a 51

5.3 Evaluación de impactos ambientales

Implementación de la metodología

Con base en la información técnica descrita en el Capítulo II del presente estudio, así como en la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, se realizó la identificación de las actividades susceptibles de generar impactos ambientales durante las distintas etapas de desarrollo.

La evaluación considera las condiciones actuales del predio, su área de influencia directa y, en su caso, los elementos del Sistema Ambiental Regional que pudieran relacionarse de manera directa o indirecta con la instalación, pruebas, puesta en marcha y operación de los equipos considerados en el proyecto. El análisis se orientó a reconocer las interacciones entre las acciones del proyecto y los componentes del medio físico, biótico, socioeconómico, paisajístico y de seguridad.

Para este fin se aplicó una Matriz de Leopold modificada, mediante la cual se relacionan las actividades del proyecto con los factores ambientales potencialmente receptores de impacto. Cada interacción identificada se describe de forma específica, señalando la actividad generadora, el componente ambiental afectado, el tipo de efecto, su naturaleza, duración, extensión y demás atributos de evaluación definidos en el apartado metodológico.

La metodología permite distinguir entre impactos negativos y positivos; asimismo, permite reconocer los impactos temporales asociados con la ejecución de obra, transporte, montaje y pruebas, así como aquellos que pudieran persistir durante la puesta en marcha y, en su caso, durante la operación y mantenimiento de los equipos. A partir de dicha identificación se definirán las medidas de prevención, reducción, control, mitigación, corrección, compensación o potenciación que correspondan.

Las actividades del proyecto se desarrollarán en dos etapas de implementación. Aunque ambas etapas consideran una secuencia de trabajo semejante, la evaluación se realiza de manera integrada, ya que las actividades y los efectos potenciales sobre el ambiente son comparables en ambos casos.

Las etapas y actividades consideradas para la evaluación son las siguientes:

Etapa 1 y Etapa 2: Ingeniería, obra civil, instalación y puesta en marcha

Ingeniería y desarrollo de especificaciones técnicas.

- Obra civil requerida para la instalación de los equipos.
- Fabricación, flete y traslado del generador al sitio del proyecto.
- Fabricación y flete de aerocondensadores.
- Fabricación y flete de intercambiadores.
- Instalación y montaje de intercambiadores.
- Maniobras de carga, descarga, izaje, posicionamiento y conexión de equipos.
- Pruebas funcionales de generadores, intercambiadores, aerocondensadores y sistemas auxiliares.
- Puesta en marcha de los equipos.

Cada impacto se analiza de manera individual, con el propósito de determinar su importancia ambiental, su carácter residual después de aplicar medidas y las acciones de prevención, reducción, control, mitigación, corrección o potenciación que correspondan.

Como parte de la evaluación se realizó el reconocimiento del predio y de su entorno inmediato, con la finalidad de identificar las condiciones actuales del sitio, los componentes ambientales presentes, los usos del suelo en áreas colindantes, la infraestructura existente y los posibles receptores sensibles. Esta información permite relacionar objetivamente las actividades del proyecto con los cambios ambientales que podrían generarse durante las etapas de obra civil, transporte, instalación, pruebas, puesta en marcha, entrega y, en su caso, operación y mantenimiento.

La tabla siguiente presenta la matriz de identificación de impactos ambientales, en la cual se describen expresamente las actividades generadoras, los factores ambientales susceptibles de afectación y los impactos específicos que deberán ser valorados y atendidos mediante las medidas ambientales correspondientes.

Tabla 23. Matriz de evaluación de impacto ambiental

Actividades → / Impactos ambientales ↓		Ingeniería y preliminares	Preparación del terreno	Obra civil	Obra mecánica	Obra eléctrica	Pruebas	Puesta en marcha y operación	Naturaleza	Magnitud	Extensión	Evidencia	Persistencia	Recuperabilidad	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Clasificación
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	—	•	•	•	•	—	—	-	2	2	4	1	1	1	1	1	4	1	25	Moderado
2	Emisiones temporales de gases de combustión por y maquinaria equipos auxiliares utilizados durante obra civil, traslado y maniobras	—	•	•	•	•	—	—	-	2	2	4	1	1	1	1	1	4	1	25	Moderado
3	Emisiones atmosféricas derivadas del arranque, pruebas funcionales y puesta en marcha de los generadores	—	—	—	—	—	•	•	-	2	2	4	1	2	2	2	1	4	2	30	Moderado
4	Incremento temporal de ruido y vibraciones por maquinaria y tránsito de vehículos	—	•	•	•	•	—	—	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
5	Incremento de los niveles de presión sonora durante pruebas de arranque, pruebas de carga y verificación de desempeño de los generadores y equipos auxiliares	—	—	—	—	—	•	•	-	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	37	Severo
6	Incremento de los niveles de ruido por la operación de la central de cogeneración y demás sistemas auxiliares	—	—	—	—	—	•	•	-	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	37	Severo
7	Remoción y compactación localizada del suelo por excavación, nivelación, cimentación, tránsito de maquinaria y posicionamiento de equipos	—	•	—	—	—	—	•	-	2	1	4	4	2	4	1	1	4	4	34	Moderado
8	Riesgo de contaminación puntual del suelo por derrames, goteos o manejo inadecuado de combustibles, lubricantes, aceites, grasas, pinturas o materiales contaminados	—	•	•	•	•	•	•	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
9	Incremento temporal del consumo de agua para humectación de superficies, limpieza, preparación de	—	•	—	—	—	•	•	-	2	1	4	1	2	2	1	1	4	1	26	Moderado

Actividades → / Impactos ambientales ↓		Ingeniería y preliminares	Preparación del terreno	Obra civil	Obra mecánica	Obra eléctrica	Pruebas	Puesta en marcha y operación	Naturaleza	Magnitud	Extensión	Evidencia	Persistencia	Recuperabilidad	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Clasificación
	concreto, pruebas técnicas y servicios sanitarios del personal																				
10	Uso de combustibles fósiles por la operación de maquinaria, vehículos de transporte y generadores durante pruebas, puesta en marcha y, en su caso, operación	—	●	●	●	●	●	●	-	2	2	4	2	2	2	2	1	4	2	31	Moderado
11	Riesgo de contaminación de suelo o agua por manejo inadecuado de aguas residuales sanitarias generadas por trabajadores durante obra, montaje, pruebas y puesta en marcha	—	●	●	●	●	●	●	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
12	Generación de RSU por actividades ordinarias del personal	●	●	●	●	●	●	●	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	20	Moderado
13	Generación de RME sobrantes de materiales y residuos no peligrosos de obra	—	●	●	●	●	●	—	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
14	Generación eventual de RP	—	●	●	●	●	●	●	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
15	Riesgo de accidentes laborales por caída de objetos, golpeado por cargas suspendidas, atrapamiento, caídas, contacto eléctrico, quemaduras y proyección de partículas	—	●	●	●	●	●	●	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	23	Moderado
16	Riesgo de accidentes viales e interferencia temporal en la circulación por traslado y maniobras de generadores, aerocondensadores, intercambiadores y materiales	—	—	●	●	●	—	—	-	2	2	4	2	2	2	2	1	4	2	31	Moderado
17	Perturbación temporal de fauna por presencia humana, ruido, iluminación temporal, tránsito de vehículos y operación de maquinaria	—	●	●	●	●	●	●	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	20	Moderado
18	Riesgo de afectación accidental a individuos de fauna que ingresen a las áreas de trabajo, tránsito o maniobras	—	●	●	●	●	●	●	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	20	Moderado

Actividades → / Impactos ambientales ↓		Ingeniería y preliminares	Preparación del terreno	Obra civil	Obra mecánica	Obra eléctrica	Pruebas	Puesta en marcha y operación	Naturaleza	Magnitud	Extensión	Evidencia	Persistencia	Recuperabilidad	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Clasificación
19	Generación de empleo temporal y especializado para actividades de ingeniería, obra civil, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas, puesta en marcha y mantenimiento	●	●	●	●	●	●	●	+	2	2	4	2	2	2	2	4	4	2	34	Moderado positivo
20	Derrama económica local por adquisición de equipos, insumos, combustibles, materiales, servicios técnicos, transporte, hospedaje, alimentación, mantenimiento y otros servicios complementarios	●	●	●	●	●	●	●	+	2	2	4	2	2	2	2	4	4	2	34	Moderado positivo
21	Incremento temporal o permanente en la demanda de energía, agua, combustibles, servicios de transporte, vialidades, manejo de residuos y servicios de apoyo	—	●	●	●	●	●	●	-	2	1	4	2	2	2	1	1	4	2	28	Moderado
22	Modificación temporal de la percepción visual por presencia de maquinaria, vehículos, materiales, áreas de trabajo, residuos, estructuras temporales y equipos en proceso de instalación	—	●	●	●	●	●	—	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	20	Moderado
23	Modificación permanente de la calidad visual por incorporación de generadores, aerocondensadores, intercambiadores, tuberías, estructuras, cableado y sistemas auxiliares	●	●	—	—	—	—	●	-	2	1	4	4	2	4	1	1	4	4	34	Moderado
24	Mejora de las condiciones de limpieza, seguridad y percepción visual por retiro de maquinaria, materiales, empaques, estructuras temporales y residuos al concluir cada etapa	—	●	—	—	—	●	●	+	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	21	Moderado positivo

5.4. Integración del sistema ambiental modificado

Las medidas de mitigación son de gran importancia para la ejecución de un proyecto. Si estas se aplican correctamente, se reduce el impacto ambiental sobre el medio natural, al implementase, las actividades que se realizarán en las diferentes etapas generarán impactos ambientales considerados de poca relevancia, temporales y mitigables.

Al vigilarse que en el sitio del proyecto se encuentren únicamente la maquinaria y equipos requeridos para la ejecución de las actividades, además de verificar que estos se encuentren en las condiciones adecuadas y trabajando únicamente el tiempo que sea necesario y en un horario diurno, se minimizaran las emisiones de ruido y de gases a la atmosfera, asegurando un confort sonoro, calidad del aire y paisajística.

Mediante la colocación de contenedores debidamente rotulados y platicar de concientización, se incentivará a la separación adecuada de los residuos sólidos generados por la ingesta de alimentos de los trabajadores, en cuanto a los residuos de manejo especial, estos serán almacenados en un área específica para su posterior reutilización y/o disposición. Con lo anterior, se verá reducida la probabilidad de contaminación.

Contratando el servicio de baños portátiles durante las primeras dos etapas del proyecto, la generación de aguas residuales será controlada y tratada por, una empresa la cual proveerá los baños portátiles, con esto se reduce el riesgo de contaminación del suelo y agua.

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo pláticas de capacitación y sensibilización en diferentes temas, para crear conciencia en los trabajadores en cuanto a la correcta disposición de sus residuos, uso racional del agua, portar adecuadamente su equipo de protección personal, etc.

Llevar a cabo el Programa de Vigilancia Ambiental se asegurará la correcta implementación de las medidas de mitigación y con esto asegurar que los impactos ambientales sean poco relevantes.

Con el desarrollo del proyecto, se mejorarían las condiciones socioeconómicas de la zona, por la generación de empleos y compra de materiales e insumos en tiendas locales, beneficiando la economía regional y a la calidad de vida de los pobladores.

5.5 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales

El análisis de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales permite identificar aquellos efectos que pueden incrementarse por la repetición de actividades, la coincidencia de distintas fuentes de presión o su permanencia después de aplicar las medidas ambientales previstas.

El proyecto se desarrollará en un área con intervención antrópica previa y presencia de infraestructura y actividades asociadas al entorno. No obstante, dicha condición no elimina la necesidad de aplicar medidas de prevención, reducción, control y mitigación, particularmente durante las etapas de obra civil, transporte, instalación, maniobras, pruebas funcionales, puesta en marcha y, en su caso, operación de los grupos generadores y equipos auxiliares.

- **Impactos acumulativos**

Los impactos con posible comportamiento acumulativo se relacionan con la emisión de partículas y gases de combustión, generación de ruido, consumo de combustibles, agua y energía, generación de residuos y aumento temporal del tránsito vehicular.

La acumulación de estos efectos puede ocurrir cuando coinciden actividades de obra civil, traslado de equipos, operación de maquinaria, maniobras de carga y descarga, trabajos de corte y soldadura, así como pruebas de los generadores y sistemas auxiliares. Para evitar que dichas presiones se incrementen, las actividades deberán programarse de manera escalonada, evitando la operación simultánea innecesaria de maquinaria, vehículos o equipos generadores.

Asimismo, se mantendrán controles de velocidad, humectación de superficies, mantenimiento de maquinaria, reducción de ralentí, uso eficiente de agua y energía, segregación de residuos, almacenamiento seguro de combustibles y retiro oportuno de materiales sobrantes.

- **Impactos sinérgicos**

Los efectos sinérgicos pueden presentarse principalmente cuando varias acciones ocurren al mismo tiempo dentro del predio o su entorno inmediato. Por ejemplo, la combinación de tránsito de maquinaria, manejo de materiales y flete de equipos puede incrementar simultáneamente las emisiones de polvo, gases de combustión y ruido.

De manera similar, la coincidencia de trabajos de corte, soldadura, uso de combustibles, conexiones eléctricas y energización de equipos puede aumentar

el riesgo de incendio, explosión o accidentes laborales. Asimismo, la generación conjunta de residuos de construcción, embalajes, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos puede incrementar el riesgo de contaminación del suelo, obstrucción de áreas de trabajo y deterioro de la imagen del sitio.

Durante las pruebas funcionales y puesta en marcha, la operación simultánea de generadores, aerocondensadores, intercambiadores y equipos auxiliares puede aumentar la intensidad de las emisiones atmosféricas y del ruido. Por ello, las pruebas deberán realizarse de manera programada, en horarios diurnos y durante el tiempo mínimo indispensable, verificando previamente el funcionamiento de silenciadores, sistemas de escape, soportes antivibratorios y demás controles operativos.

Con la aplicación de las medidas previstas, no se espera que los efectos sinérgicos alcancen niveles que comprometan la calidad ambiental del área de influencia.

- **Impactos residuales**

Los impactos residuales corresponden a los efectos que permanecen aun después de aplicar las medidas de prevención, reducción, control y mitigación. Para el presente proyecto, los principales impactos residuales se relacionan con la presencia de infraestructura electromecánica, ocupación puntual del suelo, modificación visual del predio, generación de emisiones y ruido durante la operación, consumo de combustibles y generación periódica de residuos de mantenimiento.

La compactación y ocupación del suelo en las áreas destinadas a cimentaciones, bases y permanencia de equipos será un impacto residual puntual y parcialmente inevitable, debido a que estas obras son necesarias para la instalación segura de la infraestructura. Su alcance se limitará a las superficies estrictamente requeridas por el proyecto.

La modificación visual derivada de la incorporación de generadores, aerocondensadores, intercambiadores, tuberías, estructuras y equipos auxiliares será un efecto residual permanente e inevitable. Este impacto podrá reducirse mediante orden, limpieza, mantenimiento de pintura y acabados, disposición adecuada de tuberías y cableado, retiro de instalaciones temporales y, cuando sea viable, incorporación de elementos de integración visual.

En caso de operación de los grupos generadores, las emisiones a la atmósfera y el ruido constituirán impactos residuales asociados a la naturaleza del proceso. Su magnitud dependerá de la capacidad instalada, tipo de combustible, horas de operación, eficiencia de los equipos, sistemas de control, silenciadores, aislamiento acústico y distancia a receptores sensibles. Estos efectos deberán

mantenerse bajo control mediante mantenimiento preventivo, registros de operación, monitoreo cuando corresponda y cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables.

También se prevé la generación periódica de aceites usados, filtros, estopas, envases contaminados, baterías, refacciones y componentes eléctricos o electrónicos durante el mantenimiento. Estos residuos no deberán generar una afectación residual al suelo o al agua siempre que sean clasificados, almacenados temporalmente y entregados a prestadores autorizados conforme a su naturaleza.

Como efecto residual positivo, el proyecto generará empleo temporal durante las actividades de ingeniería, obra civil, traslado, instalación y pruebas; además de empleo técnico, operativo y de mantenimiento durante la puesta en marcha y posible operación. De manera complementaria, se favorecerá la adquisición de bienes y servicios en el área de influencia.

Durante las actividades de obra civil, transporte, instalación y montaje se presentarán efectos temporales y puntuales, asociados principalmente con polvo, emisiones de fuentes móviles, ruido, residuos, tránsito de vehículos y riesgos de seguridad. Estos efectos serán reversibles una vez concluidas las actividades, siempre que se apliquen las medidas ambientales establecidas.

Durante las pruebas funcionales y puesta en marcha se generarán emisiones y ruido de carácter temporal, por lo que será necesario aplicar controles reforzados y evitar la operación simultánea innecesaria de los equipos.

En el escenario de operación, el sistema ambiental incorporará permanentemente la infraestructura electromecánica proyectada. Los impactos residuales se limitarán al predio y su entorno inmediato, y podrán mantenerse dentro de niveles aceptables mediante la correcta aplicación de medidas de manejo ambiental, mantenimiento de los equipos, control de emisiones, atenuación acústica, manejo adecuado de residuos y cumplimiento de la normatividad aplicable.

Es así que, debido a por la magnitud y alcance del proyecto, así como por el carácter puntual y controlable de los impactos identificados, **no se prevé la generación de impactos críticos ni procesos de degradación ambiental significativos**, siempre que se implementen de manera obligatoria las medidas de prevención, reducción, control, mitigación y corrección propuestas.

6.0 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales, que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Es necesario contar con medidas correctivas que mitiguen en el predio del proyecto los daños ambientales provocados por el proyecto. Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen de tal manera que se garantice, que la ejecución del proyecto tendrá el menor costo ambiental posible.

Las medidas de prevención y mitigación pueden incluir una o varias de las acciones alternativas siguientes:

- Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto o modificar procesos y diseños de este
- Rectificar el impacto reparado, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de acciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido, por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

6.1.1 Categorización de impactos y jerarquía de intervención: prevención, reducción, control, mitigación y compensación

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos, como lo son, por ejemplo:

- Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos, por lo cual estas son prioritarias.

- Otras medidas que tienen gran importancia son aquellas que mitigarán el mayor número de impactos.

Por todo lo expuesto con anterioridad, para el presente proyecto, se presentarán las medidas de mitigación propuestas para cada uno de los impactos identificados en los componentes ambientales.

Las medidas de mitigación o correctivas planteadas por componente son las siguientes:

Calidad del aire, ruido y vibraciones

Impacto 1. Incremento de partículas suspendidas

La afectación a la atmosfera se podrá presentar debido a la generación y dispersión de partículas de polvo al retirar la capa superficial del terreno con la maquinaria pesada.

Actividad Generadora del Impacto: Obra civil, excavaciones, movimiento de suelo, manejo de materiales, elaboración de concreto, carga y descarga, así como tránsito de maquinaria y vehículos sobre superficies sin pavimentar.

Etapa: Ingeniería y preliminares, preparación del terreno y obra civil.

Medidas de prevención

- Se recomienda esparcir agua en la superficie de trabajo y en las áreas de circulación de la maquinaria, para prevenir y disminuir la dispersión de polvo al aire.

- Se recomienda instalar señales para limitar la velocidad de los equipos y maquinaria a 20 kph.

- Delimitar las áreas estrictamente necesarias para excavaciones, cimentaciones, acopios y tránsito de maquinaria, evitando intervenir superficies fuera de los límites definidos en el proyecto ejecutivo.

- Informar al personal, mediante inducción ambiental y pláticas breves, sobre las fuentes de emisión de polvo y las medidas aplicables.

Medidas de reducción y control

- La superficie donde se desarrollará la obra se mantendrá semi-húmeda, para evitar la dispersión de material particulado.

- Los vehículos que se utilizarán para el traslado del material se cubrirán con lonas, para garantizar la calidad del aire y evitar problemas de salud a los trabajadores.

- Limitar velocidad máxima de circulación de vehículos y maquinaria a 20km/h dentro del predio. Colocar señalética.

- Designar ruta interna de circulación.

- Realizar rutinas de supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales.

Medidas de mitigación

- Suspender temporalmente actividades generadoras de polvo ante vientos excesivos, llevando el registro en bitácora.

- Ante la detección de un incremento en la dispersión de polvos, amentar la frecuencia de humectación y llevar registro en bitácora.

- Limpiar las áreas de salida de vehículos cuando se detecte arrastre de tierra o materiales hacia vialidades públicas.

Impacto 2. Emisiones de fuentes móviles

Actividad generadora: Uso de vehículos de carga, maquinaria de obra, grúas, montacargas, camiones y equipos auxiliares durante la construcción, traslado y maniobras.

Etapa: Ingeniería preliminares, preparación del sitio, obra civil, transporte, instalación y maniobras.

Medidas de prevención

- Permitir el ingreso únicamente de vehículos y maquinaria con mantenimiento preventivo vigente y sin emisiones visibles anormales.

- Verificar diariamente que no existan fugas de combustible, lubricante o fallas visibles en los sistemas de escape.

- Capacitar a operadores y choferes para evitar maniobras innecesarias y motores encendidos durante tiempos prolongados sin actividad.

Medidas de reducción

- Mantener apagados los motores de vehículos y maquinaria durante periodos de inactividad mayores a cinco minutos, salvo que la operación técnica del equipo requiera mantenerlo encendido.

- Programar la entrega de materiales y equipos para reducir viajes, recorridos internos y tiempos de espera.

- Evitar que varios vehículos pesados permanezcan encendidos simultáneamente en una misma zona sin necesidad operativa.

- Priorizar, cuando sea viable, maquinaria de menor antigüedad, mayor eficiencia energética o con tecnología de menor emisión.

Medidas de control

- Solicitar a los contratistas el listado de vehículos y maquinaria a utilizar, incluyendo marca, modelo, combustible y responsable de operación.

- Revisar semanalmente el estado de sistemas de escape, filtros, silenciadores y mantenimiento general de maquinaria.

- Retirar temporalmente de operación cualquier vehículo o equipo que emita humo negro visible, presente olor intenso a combustible o tenga fallas en su sistema de escape.

- Mantener una bitácora de ingreso, uso y mantenimiento de maquinaria y vehículos.

- Supervisar que los vehículos permanezcan en rutas internas autorizadas y que no realicen maniobras innecesarias.

Medidas de mitigación

- En caso de emisión visible excesiva, suspender el uso del vehículo o maquinaria hasta que sea reparado fuera del predio.

- Reprogramar actividades cuando exista concentración de varias fuentes móviles en un frente de trabajo.

- Atender y documentar las quejas que, en su caso, presenten vecinos o trabajadores por emisiones visibles.

Impacto 3. Emisiones durante pruebas y puesta en marcha

Actividad generadora: Arranque, pruebas funcionales, pruebas de carga, estabilización, verificación de desempeño y puesta en marcha de grupos generadores.

Etapa: Etapas 1 y 2; pruebas funcionales y puesta en marcha.

Medidas de prevención

- Elaborar pruebas y llevar registro de equipos a utilizar, carga de operación, combustible utilizado, responsable y horario.
- Verificar antes de cada prueba la integridad de conexiones, líneas de combustible, sistemas de lubricación, filtros, sistemas de escape y dispositivos de seguridad.
- Utilizar exclusivamente el combustible especificado por el fabricante y evitar el uso de combustibles contaminados o de procedencia no comprobable.
- Realizar mantenimiento previo al arranque, de acuerdo con los manuales de operación del fabricante.

Medidas de reducción

- Ejecutar las pruebas con la duración mínima indispensable para verificar el funcionamiento de cada equipo.
- Programar pruebas de equipos de mayor capacidad en horarios que reduzcan la exposición de receptores sensibles, de ser aplicable.

Medidas de control

- Registrar en bitácora la fecha, horario, duración, equipo probado, carga aplicada, consumo estimado de combustible y condiciones observadas.
- Mantener los sistemas de escape, silenciadores y equipos de control instalados en condiciones operativas antes de iniciar cada prueba.
- Monitorear la calidad de emisiones de los motogeneradores a través de los sistemas de monitoreo de los propios motogeneradores, para asegurar que la combustión de gas natural sea completa.

- Se debe de realizar un monitorio de las emisiones atmosférica de acuerdo a la Nom-085-SMENARNAT-2011, referente a los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición, al menos una vez al año.

Medidas de mitigación

- Suspender la prueba ante presencia persistente de humo oscuro, olor intenso a combustible, fallas de combustión o fuga de gases.

- Corregir la falla mecánica y reiniciar las pruebas únicamente cuando el equipo se encuentre en condiciones seguras y operativas.

- Documentar en bitácora las acciones correctivas implementadas y el resultado de la prueba posterior.

Impacto 4. Ruido y vibraciones durante construcción e instalación

Actividad generadora: Obra civil, operación de maquinaria, grúas, montacargas, equipos de corte, perforación, esmerilado, soldadura, montaje y tránsito interno de vehículos.

Etapa: Obra civil, traslado, instalación y maniobras.

Medidas de prevención

- Programar las actividades ruidosas en horario diurno.

- Revisar antes del ingreso de cada maquinaria el funcionamiento de silenciadores, amortiguadores, sistemas de escape y elementos de aislamiento.

- Informar al personal sobre la obligación de utilizar protección auditiva en zonas o actividades de alta exposición.

Medidas de reducción

- Ubicar compresores, generadores temporales y equipos estacionarios en el punto más alejado posible de las instalaciones existentes.

- Mantener cerradas las cubiertas acústicas o carcasas de los equipos que cuenten con ellas.

- Programar corte, perforación, esmerilado y maniobras de mayor ruido en periodos cortos y previamente definidos.

Medidas de control

- Establecer un horario de operación visible para maquinaria y actividades ruidosas.

- Realizar inspecciones semanales con un equipo portátil de medición de decibeles para verificar que los niveles de ruido estén dentro de los límites máximos de la NOM-081-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas

- Registrar quejas, observaciones y acciones correctivas relacionadas con ruido.

- Efectuar mediciones de ruido cuando existan receptores sensibles cercanos, quejas documentadas o condicionantes de la autorización ambiental.

Medidas de mitigación

- Los equipos generadores de ruido, como los compresores, deberán contar con gabinetes acústicos en condiciones operativas.

- Suspender temporalmente el equipo que presente ruido anormal por falla mecánica hasta realizar su reparación.

Impacto 5. Ruido durante pruebas funcionales

Actividad generadora: Arranque, pruebas de carga, estabilización y verificación de desempeño de generadores, aerocondensadores, intercambiadores y equipos auxiliares.

Etapa: Pruebas funcionales.

Medidas de prevención

- Elaborar un programa de pruebas con horarios, duración, equipos involucrados, niveles de carga y responsables técnicos.

- Confirmar antes de las pruebas la instalación y operación de silenciadores, aislamiento acústico, amortiguadores, sistemas de escape y demás controles considerados en el diseño.

- Informar previamente al personal y, cuando proceda, a receptores colindantes sobre las pruebas programadas.

- Verificar que las puertas, cubiertas o cerramientos acústicos de los equipos permanezcan cerrados durante la prueba, cuando el diseño lo permita.

Medidas de reducción

- Realizar pruebas en horario diurno.

- Mantener cada prueba durante el tiempo mínimo requerido para obtener los parámetros de desempeño.

- Evitar pruebas simultáneas de equipos generadores, salvo que la validación integral del sistema lo requiera.

- Iniciar las pruebas con cargas graduales, conforme a los procedimientos técnicos del fabricante, evitando incrementos abruptos e innecesarios de ruido.

Medidas de control

- Realizar monitoreo de ruido en los límites del predio y en receptores sensibles.

- Mantener bitácora de cada prueba, indicando equipo, horario de inicio y término, carga aplicada, condiciones de funcionamiento y observaciones.

- Designar a un responsable técnico para detener la prueba en caso de ruido anormal o falla en los sistemas de atenuación.

- Conservar evidencia de mantenimiento de silenciadores y componentes acústicos.

Medidas de mitigación

- Detener la prueba si se identifica ruido fuera de los niveles previstos, vibración excesiva, falla de silenciadores o molestias relevantes en colindancias.

- Reprogramar las pruebas subsecuentes después de implementar y verificar la eficacia de las acciones correctivas.

Impacto 6. Ruido durante puesta en marcha y operación

Actividad generadora: Operación de generadores, ventiladores, aerocondensadores, intercambiadores, bombas, sistemas de ventilación, silenciadores y demás equipos auxiliares.

Etapa: Puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Medidas de prevención

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de silenciadores, ventiladores, motores, bombas, rodamientos, bases y elementos antivibratorios.
- Capacitar al personal de operación para identificar ruidos o vibraciones anormales.

Medidas de reducción

- Mantener los equipos dentro de los parámetros de operación definidos por el fabricante, evitando sobrecargas y funcionamiento irregular.
- Programar, cuando la operación lo permita, las actividades de mantenimiento o pruebas fuera de periodos de mayor sensibilidad del entorno.
- Mantener cerrados los recintos acústicos, puertas técnicas y cubiertas de equipos durante su funcionamiento.

Medidas de control

- Realizar mediciones de ruido en el límite del predio y, cuando aplique, en los receptores sensibles más cercanos.
- Llevar una bitácora de operación con horas de funcionamiento, equipos activos, incidencias, mantenimiento y quejas recibidas.
- Inspeccionar mensualmente silenciadores, soportes, aislamientos y sistemas de ventilación.
- Establecer un procedimiento para recepción, análisis y atención de quejas relacionadas con ruido.

Medidas de mitigación

- Ajustar o sustituir silenciadores, ventiladores, rodamientos, soportes antivibratorios o componentes defectuosos cuando se detecten niveles de ruido anormales.

- Reducir carga, modificar horarios o suspender temporalmente el equipo que genere niveles anormales hasta corregir la causa.

Recursos naturales, suelo y agua

Impacto 7. Alteración y compactación del suelo

Actividad generadora: Excavaciones, nivelación, cimentación, construcción de bases, tránsito de maquinaria y posicionamiento de generadores y equipos auxiliares.

Etapa: Preparación del terreno, obra civil e instalación.

Medidas de prevención

- Delimitar las áreas autorizadas para obra civil, excavación, cimentación, acopios y circulación de maquinaria.

- Prohibir el tránsito de maquinaria en áreas ajenas a las obras, zonas de conservación, áreas de escurrimiento o superficies no destinadas a infraestructura.

- Planear las rutas de ingreso y salida de maquinaria antes del inicio de los trabajos.

- Evitar la apertura de caminos o plataformas adicionales que no formen parte del proyecto ejecutivo.

Medidas de reducción

- Concentrar el tránsito de maquinaria en rutas definidas y previamente señalizadas.

- Ejecutar excavaciones y cimentaciones por frentes de trabajo, evitando mantener superficies expuestas o intervenidas por tiempos innecesarios.

- Utilizar placas, tapetes o elementos de distribución de carga en zonas temporalmente susceptibles de compactación, cuando la carga de los equipos lo justifique.

- Separar y conservar temporalmente el material superficial apto para su aprovechamiento posterior, cuando las condiciones del sitio y la ingeniería lo permitan.

Medidas de control

- Verificar semanalmente los límites de intervención, rutas internas y áreas de acopio.

- Registrar la superficie efectivamente intervenida y compararla con la superficie autorizada en los planos del proyecto.

- Prohibir estacionamiento de maquinaria sobre zonas no destinadas a cimentación o maniobras.

- Corregir de manera inmediata cualquier ampliación no autorizada de las áreas intervenidas.

Medidas de mitigación

- Aflojar, perfilar y restituir las superficies temporalmente compactadas que no formen parte de la infraestructura permanente.

- Retirar materiales, residuos y estructuras temporales al concluir los trabajos.

- Estabilizar taludes, rellenos o superficies expuestas cuando exista riesgo de erosión o arrastre de material.

Impacto 8. Riesgo de contaminación del suelo por derrames

Actividad generadora: Almacenamiento y manejo de combustibles, aceites, lubricantes, grasas, pinturas, solventes, mantenimiento menor y maniobras de abastecimiento.

Etapa: Obra civil, instalación, pruebas, puesta en marcha y mantenimiento.

Medidas de prevención

- En cualquier actividad de mantenimiento a maquinaria o vehículos se deberá mantener barreras físicas que prevengan derrames de lubricantes, aceites y combustibles al subsuelo.

- Limitar el mantenimiento mayor de vehículos y maquinaria dentro del predio; únicamente se permitirán ajustes menores de emergencia bajo controles específicos.

- Almacenar combustibles, lubricantes, pinturas, solventes y sustancias similares en recipientes cerrados, identificados y en buen estado.

- Mantener los recipientes sobre superficies impermeables o bandejas de contención con capacidad suficiente para retener derrames.

- Designar un área específica, delimitada y señalizada para almacenamiento temporal de sustancias y residuos peligrosos.

- Capacitar al personal en abastecimiento seguro, prevención de derrames y respuesta inmediata.

Medidas de reducción

- Mantener en sitio únicamente los volúmenes mínimos de combustible, lubricantes o solventes requeridos para las actividades inmediatas.

- Evitar trasvases innecesarios; cuando sean indispensables, realizarlos con embudos, bombas manuales o equipos adecuados.

- Utilizar absorbentes reutilizables o de mínima generación de residuos cuando sean técnicamente viables.

Medidas de control

- Contar con kit para atención de derrames que incluya material absorbente, pala, bolsas o recipientes, guantes, lentes de seguridad y señalización.

- Inspeccionar diariamente las áreas de almacenamiento y los equipos susceptibles de presentar fugas.

- Registrar derrames, aun cuando sean menores, indicando sustancia, volumen aproximado, área afectada y acciones realizadas.

- Mantener extintores próximos al área de almacenamiento de combustibles y lubricantes.

Medidas de mitigación

- Limpiar la zona afectada y verificar visualmente que no existan manchas, olores persistentes o residuos remanentes.

- Documentar la contingencia, la cantidad estimada, la respuesta aplicada y el destino de los residuos generados.

Impacto 9. Incremento en el consumo de agua

Actividad generadora: Humectación para control de polvo, limpieza, preparación de concreto, pruebas técnicas, servicios sanitarios e higiene del personal.

Etapa: Obra civil, obra mecánica, instalación, pruebas y puesta en marcha.

Medidas de prevención

- Definir previamente la fuente de abastecimiento y el volumen estimado requerido por etapa.

- Capacitar al personal sobre uso eficiente del agua y prohibir su empleo innecesario para limpieza de vehículos, áreas no requeridas o lavado continuo.

- Revisar antes de cada jornada mangueras, conexiones, válvulas, tinacos, recipientes y equipos de aspersión para detectar fugas.

- Instalar sistemas de cierre manual en mangueras o dispositivos de aspersión controlada.

Medidas de reducción

- Aplicar agua mediante aspersión o riego controlado, evitando encharcamientos y escurrimientos.

- Realizar la humectación únicamente en las áreas y horarios donde exista generación efectiva de polvo.

- Emplear técnicas de curado de concreto que reduzcan el uso de agua, cuando sean compatibles con las especificaciones constructivas.

- Reutilizar agua de limpieza no contaminada para humectación, únicamente cuando sea técnicamente factible y no genere contaminación.

Medidas de control

- Verificar semanalmente que el consumo registrado corresponda con el avance físico de la obra.
- Corregir fugas de inmediato y registrar las reparaciones.
- Mantener evidencia documental de la fuente legal de abastecimiento de agua.

Medidas de mitigación

- Si se detecta consumo excesivo, ajustar la frecuencia de riego, revisar pérdidas y modificar procedimientos de limpieza o curado.
- Suspender el uso no esencial de agua hasta corregir la causa de consumo anómalo.

Impacto 10. Incremento en el consumo de combustibles fósiles

Actividad generadora: Operación de maquinaria, transporte de equipos, grúas, montacargas, vehículos de carga, pruebas y operación de generadores.

Etapa: Preparación del terreno. Todas las actividades que requieran maquinaria, transporte, pruebas o puesta en marcha.

Medidas de prevención

- Planear la logística de obra, traslado y montaje para evitar recorridos, viajes y tiempos de espera innecesarios.
- Solicitar a los contratistas que los equipos cuenten con mantenimiento preventivo vigente.
- Establecer procedimientos para el almacenamiento, abastecimiento y registro de combustibles.
- Seleccionar, cuando sea posible, equipos de mayor eficiencia energética y menor consumo específico de combustible.

Medidas de reducción

- Apagar motores durante periodos de inactividad superiores a cinco minutos, salvo requerimiento técnico.
- Coordinar las entregas de materiales y equipos para consolidar cargas y reducir el número de viajes.
- Operar el mínimo de maquinaria necesaria en cada frente de trabajo.
- Evitar sobrecargas, aceleraciones bruscas y operación fuera de los rangos recomendados por el fabricante.

Medidas de control

- Llevar bitácora de consumo de combustible por vehículo, maquinaria o equipo de generación.
- Investigar variaciones anormales de consumo que puedan indicar fugas, mantenimiento deficiente o uso ineficiente.
- Mantener recipientes cerrados, señalizados y en condiciones seguras de almacenamiento.
- Conservar facturas, registros de consumo y documentación de mantenimiento.

Medidas de mitigación

- Reparar de inmediato equipos con consumo anómalo, fugas o baja eficiencia.
- Reprogramar el uso de maquinaria cuando las actividades puedan realizarse con menor consumo o con equipos de capacidad adecuada.
- Mantener medidas de eficiencia energética durante la operación de los grupos generadores.

Impacto 11. Generación de aguas negras sanitarias

Actividad generadora: Uso de sanitarios por personal de obra, transporte, instalación, pruebas y puesta en marcha.

Etapa: Ingeniería y preliminares, preparación del terreno, obra civil, obra eléctrica, pruebas, puesta en marcha y operación durante toda la permanencia de trabajadores en el sitio.

Medidas de prevención

- Colocar letreros que indiquen la obligatoriedad de uso de sanitarios y prohíban descargas al suelo o cuerpos de agua.
- Sensibilizar al personal sobre higiene, uso adecuado de sanitarios y prohibición de fecalismo al aire libre.

Medidas de reducción

- Dotar a los sanitarios de lavamanos, agua, jabón y material para secado de manos, cuando el proveedor del servicio lo contemple.
- Evitar que los sanitarios se ubiquen a distancias excesivas de los frentes de trabajo.
- Reubicar temporalmente los sanitarios conforme avance la obra, cuando sea necesario.

Medidas de control

- Instalar sanitarios portátiles antes del inicio de las actividades y mantener una cantidad suficiente conforme al número de trabajadores.
- Ubicar los sanitarios en sitios accesibles, estables y alejados de áreas de almacenamiento de alimentos, combustibles, materiales y drenajes pluviales.
- Contratar mantenimiento y vaciado periódico con empresa prestadora de servicios autorizada.
- Revisar diariamente que no existan fugas, saturación, olores excesivos o daños en las unidades.
- Conservar comprobantes de mantenimiento, limpieza y disposición final de los efluentes.
- Registrar incidencias sanitarias y las acciones correctivas aplicadas.

Medidas de mitigación

- Asegurar que las aguas negras residuales se trasladan a una planta tratadora de agua una vez se retiren de los sanitarios portátiles y contar con las autorizaciones y registros pertinentes.

- Suspender el uso de cualquier sanitario con fuga o daño hasta que sea reparado o sustituido.

Generación de residuos

Impacto 12. Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)

Actividad generadora: Consumo de alimentos y bebidas, actividades ordinarias del personal y generación de empaques menores.

Etapa: Durante todas las actividades del proyecto.

Medidas de prevención

- Capacitar al personal sobre el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos.

- Promover el uso de recipientes reutilizables para agua, alimentos y bebidas.

- Evitar, en la medida de lo posible, el ingreso de materiales desechables de un solo uso.

- Incorporar las obligaciones de manejo de residuos en los contratos de contratistas y subcontratistas.

Medidas de control

- Colocar un almacén temporal de residuos sólidos urbanos con su delimitación física y señalética correspondiente.

- Instalar estaciones de separación con recipientes identificados para residuos reciclables, no reciclables y orgánicos, cuando su generación lo justifique.

- Colocar contenedores con tapa y bolsa interior en puntos accesibles a los frentes de trabajo.

- Mantener contenedores suficientes para evitar acumulación o dispersión de residuos.

- Retirar diariamente los residuos de las zonas de actividad.

- Mantener un área temporal de acopio limpia, señalizada y protegida de lluvia y fauna nociva.

- Establecer frecuencia definida de recolección mediante servicio municipal o proveedor contratado.

- Registrar la recolección y disposición de los residuos.

Medidas de mitigación

- Limpiar de inmediato cualquier área donde se detecten residuos dispersos.

- Reforzar la capacitación o aplicar medidas administrativas internas ante reincidencia del personal o contratistas.

- Aumentar el número de contenedores o la frecuencia de recolección si se presenta saturación.

Impacto 13. Generación de residuos de manejo especial (RME)

Actividad generadora: Obra civil, desempaque de equipos, uso de tarimas, madera, cartón, plásticos, recortes metálicos, cables, empaques industriales y sobrantes de materiales.

Etapa: Obra civil, recepción, instalación, montaje y pruebas

Medidas de prevención

- Capacitar al personal sobre el correcto manejo de los residuos de manejo especial.

- Estimar los materiales requeridos conforme al proyecto ejecutivo, evitando adquisiciones excesivas que generen sobrantes.

- Solicitar a proveedores la entrega de equipos y materiales con embalajes retornables, reutilizables o reducibles, cuando sea viable.

- Proteger adecuadamente materiales y equipos para evitar daños que generen desperdicio.

- Establecer áreas definidas para corte y habilitado de materiales, con el fin de concentrar y recuperar recortes.

Medidas de reducción

- Reutilizar tarimas, madera de embalaje, embalajes y materiales sobrantes que mantengan condiciones funcionales.
- Separar metales, cables, cartón, plásticos, madera y residuos de construcción para favorecer su reciclaje o valorización.
- Optimizar cortes de perfiles, tuberías, cables y materiales para reducir sobrantes.
- Solicitar a proveedores el retiro de embalajes de gran volumen cuando exista esa posibilidad.

Medidas de control

- Colocar un almacén temporal de residuos de manejo especial con su delimitación física y señalética correspondiente.
- Mantener los residuos de manejo especial ordenados, señalizados, protegidos de dispersión y sin obstruir rutas de evacuación.
- Llevar registro de bitácoras de los materiales reutilizados, valorizados, entregados a reciclaje o enviados a disposición final.
- Contratar, cuando corresponda, empresa autorizada para recolección, transporte y disposición.

Medidas de mitigación

- Retirar oportunamente residuos que puedan acumular agua, generar riesgos de incendio, obstruir accesos o deteriorar la imagen del sitio.
- Realizar jornadas extraordinarias de limpieza si se identifica acumulación de recortes, embalajes o materiales de desecho.
- Corregir prácticas de corte, almacenamiento o compra que estén generando residuos excesivos.

Impacto 14. Generación de residuos peligrosos (RP)

Actividad generadora: Mantenimiento menor, limpieza de equipos, uso de aceites, lubricantes, grasas, solventes, baterías, filtros, absorbentes y atención de derrames.

Etapa: Instalación, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Medidas de prevención

- Capacitar al personal en identificación, segregación, etiquetado, almacenamiento y manejo seguro de residuos peligrosos.
- Minimizar la presencia de sustancias peligrosas dentro del predio, ingresando únicamente las cantidades requeridas para las actividades programadas.
- Controlar el cambio rutinario de aceite, filtros o fluidos hidráulicos dentro del sitio, salvo emergencia técnicamente justificada y bajo medidas de contención.
- Mantener materiales peligrosos en recipientes identificados, cerrados y en buen estado.

Medidas de reducción

- Utilizar absorbentes, trapos y materiales de limpieza reutilizables cuando ello no comprometa la seguridad ni la calidad de los trabajos.
- Reducir la variedad de aceites, lubricantes y solventes manejados simultáneamente.
- Retirar del sitio los excedentes de sustancias y materiales peligrosos al concluir la jornada, cuando sea posible.

Medidas de control

- Habilitar un almacén temporal de residuos peligrosos con piso impermeable, techo, ventilación, señalización, acceso controlado y contención secundaria.
- Etiquetar cada recipiente con identificación del residuo, fecha de generación y advertencias de riesgo.
- Mantener incompatibles separados y evitar mezcla de aceites, solventes, baterías, envases y absorbentes.
- Llevar inventario y conservar manifiestos, recibos o comprobantes de entrega a prestadores autorizados.

Medidas de mitigación y corrección

- Recoger inmediatamente cualquier residuo peligroso disperso y limpiar el área afectada.
- En caso de derrame, aplicar el procedimiento de respuesta, recolectar absorbentes y suelo contaminado, y disponerlos como corresponda.
- Sustituir recipientes dañados y corregir prácticas que hayan originado la generación no prevista de residuos peligrosos.

Riesgos, seguridad y salud ocupacional

Impacto 15. Riesgo de accidentes laborales

Actividad generadora: Obra civil, descarga, izaje, montaje, trabajos en altura, corte, soldadura, conexiones eléctricas, energización, pruebas y operación de equipos.

Etapa: Todas las actividades, con mayor relevancia durante maniobras e instalación.

Medidas de prevención

- Realizar capacitación de prácticas laborales seguras y que hacer en caso de emergencias.
- Elaborar e implementar un programa de seguridad e higiene que incluya análisis de riesgos por actividad, procedimientos de trabajo seguro y responsables.
- Realizar inducción de seguridad a todo el personal antes del inicio de labores.
- Exigir uso de equipo de protección personal apropiado: casco, calzado de seguridad, chaleco, guantes, lentes, protección auditiva, arnés y equipo especializado según la actividad.
- Verificar que operadores de grúas, montacargas, plataformas y equipos especiales cuenten con capacitación y autorización correspondiente.

Medidas de reducción

- Delimitar zonas de maniobra, prohibiendo el acceso de personal ajeno a trabajos con carga suspendida, corte, soldadura o energización.

- Mantener pasillos, rutas de evacuación y áreas de trabajo libres de materiales, cables y residuos.

- Programar actividades de riesgo para evitar la presencia simultánea de frentes incompatibles.

- Utilizar ayudantes de maniobra, señaleros y supervisión permanente durante actividades críticas.

Medidas de control

- Designar un responsable de seguridad con facultad para detener trabajos inseguros.

- Realizar inspecciones diarias de EPP, herramientas, eslingas, grilletes, cadenas, equipos de izaje, escaleras y protecciones.

- Mantener registro de incidentes, casi accidentes, condiciones inseguras y acciones correctivas.

- Contar con botiquín, personal capacitado en primeros auxilios y medios de comunicación para atención de emergencias.

Medidas de mitigación

- Suspender la actividad cuando se detecte una condición insegura, equipo defectuoso o incumplimiento de procedimientos.

- Investigar incidentes y casi accidentes para identificar causas y aplicar medidas correctivas antes de reiniciar los trabajos.

- Brindar atención inmediata al personal lesionado y activar el procedimiento de emergencia cuando corresponda.

Impacto 16. Riesgo de accidentes viales e interferencia en la circulación

Actividad generadora: Transporte de generadores, aerocondensadores, intercambiadores, materiales e insumos; entrada y salida de vehículos, carga, descarga y maniobras de equipos pesados.

Etapa: Obras civiles y obras mecánicas

Medidas de prevención

- Realizar una capacitación del adecuado manejo y transporte de los equipos para evitar accidentes y pérdidas.
- Elaborar un plan de logística de transporte que defina rutas, horarios, tipo de vehículos, dimensiones de carga y responsables.
- Verificar antes de cada traslado el estado mecánico de vehículos, sujeción de carga, luces, frenos, llantas, señales y documentación aplicable.
- Identificar las vialidades de acceso, puntos de retorno, zonas de carga y descarga, así como posibles interferencias con peatones, viviendas, comercios o infraestructura.
- Coordinar con las autoridades competentes cuando las maniobras requieran ocupación parcial de vialidad, acompañamiento o permisos especiales.

Medidas de reducción

- Programar traslados de equipos de grandes dimensiones en horarios de menor flujo vehicular.
- Evitar la permanencia innecesaria de vehículos pesados sobre vialidades o accesos.
- Consolidar entregas de materiales para disminuir el número de viajes.
- Establecer velocidad reducida dentro del predio y en el tramo inmediato de acceso.

Medidas de control

- Colocar señalización temporal preventiva antes y durante maniobras de carga, descarga o ingreso de equipos.
- Designar bandereros o auxiliares de vialidad con chaleco reflejante y medios de comunicación.
- Delimitar físicamente el área de descarga y evitar que personas ajenas permanezcan dentro del radio de maniobra.
- Registrar fecha, horario, unidad, carga transportada e incidencias de cada traslado relevante.

Medidas de mitigación

- Suspender maniobras cuando existan condiciones que comprometan la seguridad, tales como lluvia intensa, visibilidad reducida, falla mecánica o presencia no controlada de peatones.

- Ajustar rutas, horarios o medidas de señalización cuando se presenten incidentes, congestión o quejas justificadas.

- Atender de inmediato cualquier afectación a vialidades, señalización pública o infraestructura derivada de maniobras autorizadas.

Flora y fauna

Impacto 17. Perturbación y desplazamiento temporal de fauna

Actividad generadora: Presencia de trabajadores, ruido, iluminación temporal, tránsito de vehículos, maquinaria, montaje, pruebas y puesta en marcha.

Etapa: Obra civil, transporte, instalación y pruebas.

Medidas de prevención

- Capacitación de protocolos adecuados de identificación básica de fauna, reporte de avistamientos y procedimiento de atención.

- Delimitar las áreas de trabajo para evitar la ocupación innecesaria de zonas no requeridas.

- Prohibir la captura, caza, alimentación, persecución, manipulación o afectación intencional de fauna por parte del personal.

- Evitar iluminación nocturna innecesaria y orientar luminarias temporales hacia el área de trabajo.

Medidas de reducción

- Mantener las actividades ruidosas en horario diurno cuando sea posible.

- Reducir la velocidad de circulación de vehículos dentro del predio.

- Evitar acumulación de residuos orgánicos o agua estancada que pueda atraer fauna nociva.

- Mantener el sitio ordenado para disminuir refugios artificiales en materiales acumulados.

Medidas de control

- Realizar recorridos previos al inicio de actividades en zonas de obra para identificar presencia de fauna.

- Suspender temporalmente la actividad en el área específica si se identifica fauna con movilidad limitada, ejemplares heridos o especies de interés.

Medidas de mitigación

- Permitir el desplazamiento natural de los individuos fuera de las áreas de trabajo antes de reiniciar actividades.

- Solicitar apoyo de especialista cuando se detecten ejemplares que requieran manejo particular.

Impacto 18. Riesgo de afectación accidental a fauna

Actividad generadora: Tránsito de vehículos, maniobras, excavaciones, operación de maquinaria, instalación y permanencia de áreas de trabajo.

Etapa: Obra civil, transporte, instalación, pruebas y puesta en marcha.

Medidas de prevención

- Revisar excavaciones, zanjas, huecos, equipos y materiales almacenados al inicio de cada jornada para detectar fauna atrapada o refugiada.

- Colocar barreras, cintas, malla o señalización alrededor de excavaciones y zonas de riesgo.

- Mantener las excavaciones abiertas el menor tiempo posible y cubrirlas o instalar rampas de escape cuando permanezcan abiertas.

- Respetar límites de velocidad internos y prohibir el atropellamiento intencional de fauna.

Medidas de reducción

- Evitar operaciones de maquinaria en áreas donde se detecten ejemplares hasta permitir su desplazamiento.

- Reducir velocidad y aumentar vigilancia en accesos, áreas verdes, zonas de vegetación remanente y horarios de menor visibilidad.

- Mantener materiales almacenados sobre tarimas o de forma ordenada para reducir refugios no detectables.

Medidas de control

- Registrar incidentes de atropellamiento, atrapamiento o rescate de fauna.

- Contar con información de contacto de una persona capacitada o autoridad competente para atención de fauna lesionada.

- Supervisar diariamente las medidas de protección de excavaciones y rutas de circulación.

Medidas de mitigación

- En caso de localizar fauna atrapada, detener actividades en el punto específico y realizar liberación segura por personal capacitado.

- Atender o canalizar ejemplares lesionados conforme al procedimiento aplicable.

- Reforzar barreras, capacitación y señalización si se presenta un incidente.

Medio socioeconómico

Impacto 19. Generación de empleo especializado

Actividad generadora: Ingeniería, obra civil, fabricación, transporte, instalación, montaje, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Etapa: Ingeniería preliminar, preparación del terreno, obra civil, obra mecánica, obra eléctrica, operación y durante todo el desarrollo del proyecto.

Medidas de potenciación

- Difundir, cuando sea procedente, oportunidades de empleo temporal entre población del área de influencia y localidades cercanas.

- Priorizar la contratación de mano de obra local para puestos no especializados y de personal técnico disponible en la región, sin comprometer los requisitos de seguridad y competencia.

- Garantizar que la contratación se realice con condiciones claras de trabajo, pago, seguridad social y equipo de protección, conforme a las obligaciones aplicables.

- Proporcionar capacitación técnica y de seguridad que incremente las capacidades del personal contratado.

- Mantener un registro de empleos generados, perfil de puestos, duración de contratación y procedencia geográfica del personal.

Medidas de control

- Verificar que contratistas y subcontratistas cumplan las obligaciones laborales y de seguridad establecidas para su personal.

- Evitar prácticas discriminatorias en los procesos de contratación.

- Atender inconformidades laborales mediante un canal interno de comunicación y seguimiento.

Impacto 20. Derrama económica local

Actividad generadora: Compra de equipos, insumos, combustibles, materiales, contratación de transporte, hospedaje, alimentación, mantenimiento, servicios técnicos y otros servicios complementarios.

Etapa: Durante ingeniería, obra civil, instalación, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Medidas de potenciación

- Identificar proveedores locales o regionales con capacidad técnica, legal y operativa para suministrar materiales, servicios de transporte, alimentos, hospedaje, vigilancia, limpieza, mantenimiento y otros requerimientos.

- Solicitar cotizaciones a proveedores del área de influencia antes de contratar servicios externos, cuando las condiciones de calidad, costo y cumplimiento sean equivalentes.

- Procurar la adquisición local de consumibles, materiales de uso frecuente y servicios complementarios.

- Mantener un registro de proveedores locales y monto estimado de compras o contrataciones efectuadas en la zona.

- Promover el pago oportuno a proveedores y prestadores de servicios para favorecer la dinámica económica local.

Medidas de control

- Verificar que los proveedores cuenten con permisos, autorizaciones o registros aplicables, en particular para transporte, manejo de residuos, combustibles y servicios especializados.

- Evitar la contratación de proveedores que incumplan requisitos de seguridad, ambientales o laborales.

Impacto 21. Incremento en la demanda de servicios e infraestructura

Actividad generadora: Consumo de electricidad, agua, combustibles, vialidades, telecomunicaciones, servicios de transporte, recolección o manejo de residuos y servicios de apoyo durante ejecución y operación.

Etapa: Obra civil, transporte, pruebas, puesta en marcha y posible operación.

Medidas de prevención

- Confirmar, antes del inicio de cada etapa, la disponibilidad y capacidad de los servicios requeridos conforme a la demanda estimada del proyecto.

- Definir procedimientos de uso eficiente de agua, energía, combustibles y servicios de apoyo.

- Evitar conexiones clandestinas, descargas no autorizadas o uso de infraestructura pública sin autorización.

- Programar la demanda de materiales, combustibles y servicios para evitar requerimientos urgentes o desordenados.

Medidas de reducción

- Aplicar medidas de ahorro de agua y energía en oficinas temporales, áreas de trabajo, iluminación y equipos auxiliares.
- Optimizar rutas y entregas para disminuir presión sobre vialidades y consumo de combustibles.
- Segregar y valorizar residuos para reducir la demanda de recolección y disposición final.
- Mantener equipos en condiciones óptimas para reducir consumos.

Medidas de control

- Llevar registros de consumo de agua, energía y combustibles.
- Verificar que los servicios contratados cuenten con capacidad para atender las necesidades del proyecto.
- Mantener comunicación con proveedores y autoridades responsables cuando se requieran ajustes en el suministro o servicios.

Medidas de mitigación

- Ajustar la programación operativa si se detectan consumos o demandas mayores a las previstas.
- Implementar medidas adicionales de eficiencia o contratar servicios complementarios autorizados cuando la capacidad existente sea insuficiente.

Paisaje y entorno visual

Impacto 22. Modificación temporal de la percepción visual

Actividad generadora: Presencia de maquinaria, vehículos, materiales, residuos, áreas de trabajo, estructuras temporales, equipos en montaje y actividades de instalación.

Etapa: Etapas 1 y 2; obra civil, traslado, instalación, maniobras y pruebas.

Medidas de prevención

- Delimitar claramente las áreas de trabajo y mantener los materiales dentro de los espacios autorizados.

- Evitar la ocupación de vialidades, banquetas, predios colindantes o espacios públicos con maquinaria, materiales o residuos.

- Definir áreas específicas para acopio temporal de materiales, residuos, herramientas y equipos.

- Instalar señalización de obra, seguridad y rutas de circulación en condiciones legibles y ordenadas.

Medidas de reducción

- Mantener materiales apilados de forma segura, ordenada y en cantidades acordes con el avance de obra.

- Retirar embalajes, residuos y materiales sobrantes al concluir cada jornada o actividad.

- Reducir la permanencia de maquinaria fuera de horario de trabajo.

- Utilizar lonas, cercos temporales o malla de protección en áreas que requieran ocultamiento parcial de acopios o frentes de obra.

Medidas de control

- Realizar inspecciones diarias de orden y limpieza.

- Mantener un registro fotográfico periódico del estado de las áreas de trabajo.

- Asignar responsables para retiro de residuos, orden de materiales y revisión de señalización.

- Corregir de inmediato la presencia de residuos dispersos, acopios inseguros o materiales fuera de las áreas autorizadas.

Medidas de mitigación

- Ejecutar jornadas extraordinarias de limpieza si existe acumulación de residuos o deterioro de la imagen del sitio.

- Reubicar acopios, equipos o instalaciones temporales que afecten innecesariamente la visibilidad desde colindancias o vialidades.

Impacto 23. Modificación permanente de la calidad visual

Actividad generadora: Incorporación permanente de generadores, aerocondensadores, intercambiadores, tuberías, estructuras, cableado, sistemas auxiliares y elementos de seguridad.

Etapa: Instalación, puesta en marcha y posible operación.

Medidas de prevención

- Considerar criterios de integración visual desde la ingeniería de detalle, incluyendo ubicación, alturas, ordenamiento, trayectorias de tuberías, conducciones y distribución de equipos.
- Seleccionar colores, acabados y recubrimientos compatibles con el contexto visual y funcional del sitio.
- Concentrar equipos y sistemas auxiliares de manera ordenada, evitando dispersión visual innecesaria.
- Diseñar la señalización de seguridad indispensable sin saturar visualmente las instalaciones.

Medidas de reducción

- Instalar canalizaciones, tuberías, cableado y equipos auxiliares de forma ordenada, con soportes adecuados y alineación técnica.
- Evitar el almacenamiento permanente de materiales, refacciones, embalajes o residuos en áreas visibles.
- Mantener en buen estado recubrimientos, pintura, cubiertas, mallas, cercos y elementos de protección.
- Incorporar, cuando sea técnicamente viable, barreras visuales o vegetación compatible con los requerimientos de seguridad y mantenimiento.

Medidas de control

- Realizar inspecciones periódicas de orden, limpieza, corrosión, pintura, señalización, iluminación y estado general de la infraestructura.

- Retirar componentes en desuso, residuos y materiales de mantenimiento una vez concluidas las actividades.

- Mantener un programa de mantenimiento de acabados y estructuras expuestas.

Medidas de mitigación

- Reparar, pintar o sustituir elementos deteriorados que generen una imagen de abandono o desorden.

- Reforzar la integración visual con pantallas, cercos, vegetación o recubrimientos cuando se identifique contraste visual excesivo respecto del entorno.

Medidas de compensación

- Si la evaluación definitiva determina que la modificación visual residual es relevante y no puede reducirse suficientemente mediante diseño e integración, establecer y mantener áreas verdes o acciones de mejoramiento visual en las zonas autorizadas y compatibles con la seguridad del proyecto.

Impacto 24. Mejora por limpieza y retiro de instalaciones temporales

Actividad generadora: Terminación de obra, entrega de equipos, retiro de maquinaria, desmontaje de instalaciones temporales, limpieza final y disposición de residuos.

Etapa: Cierre y entrega de cada una de las etapas de la obra.

Medidas de potenciación

- Elaborar una lista de verificación de cierre por cada etapa, que incluya retiro de materiales, residuos, embalajes, maquinaria, instalaciones temporales, señalización provisional y equipos no requeridos.

- Restituir las áreas temporales que no formarán parte de la infraestructura permanente, retirando compactaciones, materiales remanentes y elementos provisionales.

- Priorizar la reutilización, devolución o valorización de materiales y embalajes antes de su disposición final.

- Integrar evidencia fotográfica de las condiciones del sitio antes, durante y después de la limpieza final.

Medidas de control

- Realizar una inspección conjunta entre residente de obra, responsable ambiental y responsable de seguridad antes de la entrega de cada etapa.

- Verificar que no existan residuos dispersos, derrames, recipientes abandonados, cables sueltos, materiales combustibles o áreas de riesgo.

- Conservar comprobantes de recolección, transporte y disposición de residuos.

- Levantar una minuta o acta de cierre ambiental por cada etapa concluida.

Medidas de mitigación

- En caso de detectar residuos, materiales, estructuras temporales o superficies afectadas después de la inspección, corregir antes de formalizar la entrega.

- Ejecutar limpieza adicional, retiro de material contaminado, reparación de superficies o restitución de áreas temporales, según corresponda.

6.2 Programa de vigilancia ambiental

La "planificación" ha sido parte de la sociedad humana, desde la época en que los seres humanos realizaron los primeros intentos organizados por mejorar la calidad de vida.

En la actualidad, los métodos de planificación se modifican frecuentemente para adaptarlos a las cambiantes percepciones de la condición humana. Uno de los aspectos que en los últimos tiempos ocupa la atención de los profesionales es la inclusión del "medio ambiente" en los planes de desarrollo.

Para conocer los posibles cambios en el comportamiento del Sistema Ambiental resultado del desarrollo del proyecto, se propone realizar un monitoreo de las condiciones sobre las cuales pueda haber mayor impacto, es decir abióticas, bióticas y socioeconómicas. Lo anterior mediante la implementación de una supervisión metódica del seguimiento y vigilancia ambiental.

Objetivo general

Considerar las directrices necesarias para el manejo ambiental del proyecto, orientando las actividades, estableciendo las medidas preventivas/correctivas y haciendo un uso racional de los recursos naturales existentes en el área de estudio durante las diferentes etapas del proyecto, cumpliendo así con el principio de sustentabilidad de este.

Actividades

Se propone garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental, así como de los términos y condicionantes que se determinen para el proyecto.

Las actividades que serán tomadas como parte del Programa de Vigilancia Ambiental son las siguientes:

1. Aviso de inicio y término de obra a las autoridades pertinentes.

2. Se concientizará a los trabajadores sobre los componentes del medio que deben ser protegidos y sobre las acciones que deben fomentarse y cuales están prohibidas.

3. El responsable ambiental realizará las supervisiones de manera periódica de las actividades que se desarrollen en el proyecto, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, con el objetivo de asegurar que éstas se estén realizando conforme a lo previsto en este documento y

procurará estar presente cuando se realicen las actividades que generen impactos de mayor importancia para asegurar que se implementen las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este capítulo.

4. Los programas y actividades que serán tomados como parte del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

   - **Programa de Mitigación:** con las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos sobre el ambiente en la preparación, construcción, operación y mantenimiento, dicho programa se divide en los siguientes subprogramas:

     - Subprograma de calidad del aire.
     - Subprograma de manejo de aguas residuales.
     - Subprograma de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
     - Subprograma social y salud ocupacional

   - **Programa de Medidas de Compensación**

     Con las actividades tendientes a lograr transacciones ambientales para manejar los impactos sin posibilidades de mitigación.

   - **Programa de Prevención y Control de Riesgos Ambientales**

     Con las medidas ante los eventuales accidentes tanto en la infraestructura o insumos como en los trabajos de construcción y operación del proyecto.

   - **Programa de Atención a Contingencias Ambientales**

     Con las acciones que se pretenden llevar a cabo en el plan de manejo ambiental se pretende contribuir a disminuir los impactos adversos que se produzcan.

5. Una vez finalizadas las primeras dos etapas; durante la etapa de operación se realizarán visitas periódicas a las instalaciones para tomar reporte de los resultados de los programas implementados.

6. El responsable generará los informes de cumplimiento de términos y condicionantes, así como de cada una de las medidas de mitigación, compensación y prevención. Adicionalmente, en dicho informe se incluirán

los resultados de cada uno de los resultados de los programas ya mencionados, así como de las medidas impuestas por la autoridad en el Resolutivo de autorización por SEMARNAT.

1) Subprograma de Calidad del Aire

Objetivo: La reducción y control de las emisiones de contaminantes a la atmosfera.

Medidas de prevención y mitigación:

- Con el fin de evitar la dispersión de partículas en la zona principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se desarrollará un programa de riego por medio de pipa de agua.

- Para mitigar el nivel de ruido en la zona de construcción, la planeación de los trabajos considera que el tiempo de funcionamiento sea el necesario, además de que las actividades se realizarán en un horario diurno.

- En el caso de los trabajos de excavación y movimiento de la tierra se realizarán única y exclusivamente en el área necesaria en horarios diurnos.

- En cuanto a la maquinaria se deberá garantizar que las unidades se encuentren en buenas condiciones, se aplicará programa de mantenimiento y verificación para mantener el control sobre las emisiones de gases al ambiente.

- Disminuir la emisión de ruidos mediante el empleo de los silenciadores de la maquinaria contratada. Esto permitirá que el nivel de ruido no rebase los límites máximos permisibles establecidos por la norma oficial.

Periodo de ejecución: Estas medidas serán ejecutadas durante las etapas de preparación del sitio, construcción e instalación y operación.

2) Subprograma de Manejo de Aguas Residuales

Objetivo: Evitar la contaminación de las corrientes de agua y suelo mediante el manejo inadecuado de las aguas residuales generadas durante el desarrollo de todas las etapas del proyecto.

Medidas de prevención y mitigación:

- Se realizarán pláticas de concientización para el uso racional del agua, para que los trabajadores utilicen adecuadamente el agua para la construcción, sanitarios y de limpieza.

- Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contará con unos baños portátiles para evitar que los trabajadores se desplacen a la zona de sanitarios. Las aguas residuales que se generen en estos baños serán dispuestas por la empresa a la que se le contrate el servicio.

Periodo de ejecución: Estas medidas serán ejecutadas durante las etapas de preparación del sitio, construcción e instalación y operación.

3) Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

Objetivos

- Manejar adecuadamente los residuos que se generen en el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

- Implementar las medidas adecuadas para prevenir cualquier tipo de contaminación en suelo y agua.

- La correcta gestión de los residuos de manejo especial como lo es madera, metal, material reutilizable y reciclable, que se lleguen a generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Medidas de prevención y mitigación

- Se dispondrá de una bitácora para el manejo de residuos.

- Se contarán con tambos de 200 L rotulados, para la adecuada separación y disposición de los residuos que se generen por los trabajadores.

- El material producto de las excavaciones se clasificará con el fin de reutilizar el que sea posible por sus características.

- Se deben adecuar sitios para el almacenamiento temporal de los materiales a reutilizar, siempre y cuando no estén contaminados.

- Concretamente los residuos de manejo especial (madera y metal), se confinarán en sitios dentro del área del proyecto y posteriormente se realizará una clasificación para que, inicialmente se vea la posibilidad de su reutilización en el mismo proyecto o en su caso para su posterior venta o donación.

- Aquellos materiales que no sean contemplados para su reutilización serán ubicados en un área acondicionada para que sean movilizados por empresas especializadas.

- Al final de cada jornada de trabajo se hará una limpieza general en donde se recogerán desperdicios y demás tipos de basura para ser depositados en contenedores localizados en puntos estratégicos para su posterior traslado al basurero municipal.

Periodo de ejecución: Las medidas mencionadas serán ejecutadas durante todas las etapas del proyecto.

4) Subprograma Social y Salud Ocupacional

Objetivo: Aumentar el bienestar del personal que laborará en las diferentes etapas del proyecto.

Medidas de prevención y mitigación:

- Apoyar a los pobladores locales, contratándolos como mano de obra durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.

- Potenciar los beneficios sociales del proyecto a los habitantes de la localidad, otorgándoles empleos permanentes durante su operación.

- Generar derrama económica local por la compra de insumos en proveedoras cercanas.

- La empresa deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad y prevención de accidentes de acuerdo con la normatividad vigente a cargo de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social.

- El proyecto deberá de contar con un plan de contingencias, equipo contra incendios, rutas de evacuación y capacitar al personal en materia de seguridad e higiene.

Periodo de ejecución: Durante todas las etapas del proyecto.

Programa de compensación

La importancia de la compensación o reemplazo o sustitución de recursos o ecosistemas deteriorados radica en el uso de recursos que permitan la creación o recomposición de estos ambientes afectados por otros de similar condición e interés.
Como se ha mencionado, en el predio de interés no se realizará el derribo y/o retiro de la vegetación ya que esta no se ve comprometida por las actividades de la construcción de la Torre, por tal motivo, no será necesario desarrollar un programa de medidas compensatorias.

Se considera que este proyecto no generará impactos ambientales que lleguen a afectar de manera significativa el entorno que lo rodea, esto debido a que el proyecto está inmerso en una zona totalmente urbanizada.

Aun así, se proponen las siguientes acciones:

Acciones:

- Se promoverá el cuidado adecuado de las plantas que se coloquen en las jardineras y áreas destinadas como áreas verdes para que se encuentren en óptimas condiciones durante la operación y el mantenimiento del presente proyecto.

- Se propondrá a futuro realizar una plantación de especies nativas y/o plantas de ornato en las áreas que se destinen para este fin.

- Por lo anterior, se deberá identificar las especies vegetales características de la zona de acuerdo con sus cualidades funcionales, estéticas y de espacio.

Programa de prevención de riesgo ambiental

Este programa tendrá como prioridad puntualizar los criterios técnicos, sociales y ambientales a fin de orientar la toma de decisiones y adecuar el diseño de la obra para prevenir y controlar la ocurrencia de accidentes minimizando las pérdidas ocasionadas por los mismos.

Objetivo: Identificar los riesgos ambientales y laborales relacionados con el proyecto a fin de prever su ocurrencia en las diferentes etapas del proyecto.

Acciones:

- Capacitación del personal para conocer los riesgos laborales, a través de las autoridades municipales en materia de protección civil y ambiental.

- Proveer al personal con el equipo de protección adecuado que trabajara en cada una de las etapas del proyecto.

Programa de atención a contingencias ambientales

Para este apartado se trabajará con un documento interno que servirá como guía para la realización de las diferentes acciones en caso de cualquier emergencia.

Objetivo: Cumplir con las acciones dirigidas a prevenir y mitigar desastres y dar respuesta oportuna a la sociedad dentro de un marco de seguridad.

Acciones:

- Capacitación del personal.
- El personal deberá de contar con el equipo de protección personal adecuado.
- La empresa deberá de dotar de un botiquín de primeros auxilios a la obra, este deberá de situarse en un lugar visible y accesible a los trabajadores.
- Kits antiderrames.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

Programa de seguimiento

Para cada programa y subprograma en el Plan de Vigilancia Ambiental, se aplicará un programa de seguimiento el cual medirá y evaluará las metas y logros.

Objetivo:

- Evaluar, controlar e informar sobre las medidas que se han implementado para mitigar los impactos en cada uno de los elementos identificados.
- Proponer medidas correctivas de los impactos no previstos en el presente estudio.

Alcances:

El programa de seguimiento pretende el desarrollo de las líneas estratégicas programadas en el Plan de Vigilancia Ambiental.

Acciones:

- El periodo de monitoreo consistirá en recorridos de la supervisión a las obras ejecutadas en el predio durante todas las etapas del proyecto.

- Durante el seguimiento se tomarán en cuenta las acciones en cada etapa y sus medidas correctivas correspondientes.

Programa de capacitación

El personal responsable de la ejecución del Plan de Vigilancia Ambiental y de cualquier aspecto relacionado a la ampliación de la normatividad ambiental, deberá recibir la capacitación adecuada para el éxito de cada una de las acciones a realizar.

Esta tarea estará a cargo de un especialista ambiental quien se encargará de difundir temas referidos al control ambiental, análisis de datos obtenidos en los nuestros de campo y prácticas de prevención ambiental.

Objetivo:
Desarrollar un plan de capacitación de personal con la finalidad cumplir con los procedimientos y crear conciencia de los impactos reales o potenciales producidos por la ejecución del proyecto.

Acciones:

- El desarrollo de este programa permitirá asegurar que las actividades planteadas en el plan de manejo ambiental sean llevadas a cabo de forma tal que se prevengan o minimicen los impactos evaluados.

- Todo personal que labore en la realización de este programa deberá de contar con los conocimientos básicos como manejo de desechos sólidos domésticos, manejo de desmontes y desperdicios de construcción, manejo de aceites y combustibles, usos de implementos de seguridad en el trabajo, plan de contingencia, entre otros.

- La capacitación ambiental se podrá llevar a cabo con la ayuda de medios audiovisuales, folletos didácticos, reuniones grupales y pláticas informales.

Plan de manejo ambiental

Posterior a la detección de los factores de impacto y la realización de las matrices, es fundamental llevar a cabo un análisis para la elaboración de un plan de manejo ambiental.

Este plan de manejo es sin duda esencial pues representa un instrumento de gestión, que contiene el conjunto de acciones y procedimientos para reducir los daños al medio ambiente en los diferentes factores.

6.3.1 Programa de mitigación

El objetivo de este programa es proporcionar medidas que serán implementadas directamente (por el promovente) o a través de la empresa contratista durante la ejecución de los trabajos, para mitigar los efectos negativos que se presenten.

Las medidas a seguir se **resumen** a continuación:

- En las áreas donde se realicen movimientos de tierra, se tendrá que hacer aspersiones de agua, para evitar la dispersión de polvos y partículas.

- Ubicación estratégica de los materiales de construcción y material sobrante de las obras.

- Colocar letrinas sanitarias portátil (una por cada 10 personas) para uso de los trabajadores, con esto se evitará la contaminación por excretas o infiltración al subsuelo de aguas residuales provenientes de los trabajadores.

- Se deberá evitar la contaminación por residuos sólidos como: bolsas de cartón, plástico, madera y restos de comida de los trabajadores, los cuales deberán ser depositados en tambos de 200 l., debidamente rotulados, según el residuo que se depositará en él, con lo que se evitará la dispersión de basura y restos de materiales para que, posteriormente, sean enviado a donde lo indique el H. Ayuntamiento.

- Los residuos propios de la construcción, considerados como de manejo especial (bolsas de cemento, calidra, madera, alambre, alambrón, etc.) deberán colocarse en un solo sitio, hasta su recolección y disposición final, que deberá hacerse en el lugar autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado.

- Vigilancia durante la obra, para evitar acceso de personal no autorizado, evitando con ellos accidentes durante la operación de maquinaria.

- Mantenimiento preventivo y periódico de la maquina a utilizar.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de tuberías del edificio, del elevador y de las rampas.

- Contar con letreros de señalamientos y preventivos al interior del edificio.

- Colocar como mínimo con un extinguidor en el área donde será la cocina y comedor.

- Las áreas de alimentos deberán mantener una buena higiene.

Como parte del programa de mitigación también se incluye el plan de manejo de residuos que a continuación se presenta:

Plan de manejo de los residuos especiales generados durante la etapa de construcción

Introducción

La nueva legislación de los residuos de México (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), marca que todos los residuos provenientes de la construcción, mantenimiento y demolición en general deberán ser catalogados como **residuos de manejo especial**, en base al artículo 19, fracción VII.

Y de acuerdo con lo aplicable para nuestro estado Ley número 847 de Prevención Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Menciona en el artículo 20: que los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicio que involucre este tipo de residuos están obligados a:

1.- *Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*

2.- *Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados.*

3.- *Informarse y aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos; etc.*

Objetivo

- El objetivo del presente plan es cumplir con la normalidad establecida para la generación de residuos sólidos urbanos y especiales, con el fin de evitar daños al ambiente.

Equipos de trabajo

Para llevar a cabo este plan de manejo de residuos, será necesaria la participación del promovente y personal que labore en las obras de construcción del edificio.

Durante la etapa de construcción, los trabajadores una vez terminados las jornadas de trabajo, recolectarán todos los residuos generados por las actividades de construcción como bolsas de cemento, cal, alambrón, alambre, pedazos de madera, recortes, etc. y los dispondrán en un bote de 200 litros, el cual estará rotulado con una leyenda que indique que contiene residuos de manejo especial.

Manejo de los residuos generados.

- Recolección y forma

Por semana los trabajadores supervisarán junto con el jefe de obra los botes con residuos de la construcción, donde se podrá otorgar los materiales aún con un segundo uso a los propios trabajadores si así se desea por parte del promovente.

En cuanto a los residuos de papel como son las bolsas de cemento, cal, cajas de cartón, periódico, si así lo dispone la empresa pueden ser separados del resto de materiales de construcción y ser llevados al centro de acopio más cercano, para su posterior reciclaje o por la limpia pública del Ayuntamiento. De la misma forma todo el material de alambres, clavos, puede ser almacenado en un bote y una vez teniendo un volumen considerable de material, podrá ser llevado al centro de acopio más cercano, para su posterior reciclaje o por la limpia pública del Ayuntamiento.

- Tratamiento y disposición

Para el resto de los materiales de construcción que no son reciclables o de reúso, serán dispuestos en un tambo de 200 litros de capacidad, señalizados como "Manejo Especial" para su disposición ante el sitio designado por la SEDEMA.

En lo que respecta a los residuos sólidos urbanos, es importante mencionar que serán generados residuos urbanos como residuos alimenticios, envases, envolturas, latas; dichos residuos también deberán ser separados y reciclados y llevados posteriormente a un centro de acopio, y los residuos que no sean factibles

de reciclaje, serán dispuestos en tambos de 200 L., para ser llevados al sitio de tiro designado por el H. Ayuntamiento.

6.3.2 Programa de monitoreo

Para cada programa y subprograma en el Plan de Vigilancia Ambiental, se aplicará un programa de seguimiento el cual medirá y evaluará las metas y logros.

Objetivo:

- Evaluar, controlar e informar sobre las medidas que se han implementado para mitigar los impactos en cada uno de los elementos identificados.

- Proponer medidas correctivas de los impactos no previstos en el presente estudio.

Alcances:

El programa de seguimiento pretende el desarrollo de las líneas estratégicas programadas en el Plan de Vigilancia Ambiental.

Acciones:

- El periodo de monitoreo consistirá en recorridos de la supervisión a las obras ejecutadas en el predio durante todas las etapas del proyecto.

- Durante el seguimiento se tomarán en cuenta las acciones en cada etapa y sus medidas correctivas correspondientes.

Así mismo se considera la bitácora ambiental, descrita a continuación que servirá como instrumento central para registrar y documentar exhaustivamente todas las acciones ejecutadas en el marco de las exigencias y recomendaciones ambientales.

Esta bitácora será esencial para documentar el progreso del programa y proporcionará una visión completa de las tareas realizadas, las fases del proyecto, las fechas de cumplimiento y demás información pertinente.

A continuación, se presenta un ejemplo del formato que se empleará en la Bitácora Ambiental:

Tabla 24 Bitácora de obra

Bitácora de obra del programa de seguimiento ambiental de la obra				
Nombre de la empresa:				
Elaborada por:				
Fecha	Actividad realizada	Etapa del proyecto	Cumplimiento (Sí/ no)	Observaciones
DD/MM/AAAA	MEDIDA DE MITIGACIÓN A REALIZAR			

Esta bitácora no solo facilitará la organización y el seguimiento detallado de las actividades, sino que también permitirá una evaluación precisa del cumplimiento de las medidas, ambientales establecidas, proporcionando así un registro completo para futuras referencias y análisis mediante la implementación informes de cumplimiento.

Informes Semestrales de Monitoreo Ambiental de las Obras: Estos Informes representan una herramienta crucial para evaluar el progreso ambiental del proyecto a lo largo del tiempo.

En ellos se detallará específicamente el cumplimiento de las medidas establecidas para el período correspondiente, abordando aspectos ambientales clave como aire, ruido, agua, residuos, suelo y subsuelo, así como la preservación de recursos naturales y vida silvestre. Además, se registrarán las acciones tomadas para abordar cualquier hallazgo o incumplimiento identificado durante el monitoreo.

Informes Especiales: Estos informes se generarán en respuesta a situaciones imprevistas o aspectos que requieran una atención especial. Su objetivo principal es abordar temas específicos como lo sería el caso de presentarse una contingencia ambiental.

Es importante destacar que la emisión de informes especiales no exime del cumplimiento de la normativa ambiental vigente en todos los niveles (comunitario, estatal, autonómico y local).

Estos informes se centrarán en un tema único y proporcionarán recomendaciones específicas para su gestión y mitigación

En resumen, estos informes son herramientas esenciales para asegurar la transparencia el cumplimiento normativo y la sostenibilidad ambiental del proyecto ofrecen una estructura clara para el monitoreo continuo, la evaluación

de impacto y la loma de decisiones informadas para mejorar el desempeño ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

6.3.3 Programa de seguridad y atención a emergencias

Este programa está enfocado en establecer las estrategias necesarias para controlar accidentes laborales que pudieran ocurrir en el área de influencia del proyecto por las actividades que se lleven a cabo dentro del mismo, asimismo su propósito es contrarrestar los daños generados por errores involuntarios en el desarrollo de las labores.

Durante la construcción, no se emplearán ni almacenarán sustancias o se llevarán a cabo actividades consideradas como riesgosas, que pudieran ocasionar un daño al ambiente o la población.

En caso de presentarse un incendio crear una brigada contra incendio con los mismos trabajadores, y que sepan qué hacer.

- Dar aviso al cuerpo de bomberos
- La brigada contraincendios deberá desplazarse hacia el lugar de la emergencia e iniciará las acciones correspondientes.
- El resto del personal deberá permanecer en sus puestos normales de trabajo y estar alerta ante cualquier indicación.
- A la llegada de los bomberos, los brigadistas le darán paso para que realicen las actividades correspondientes.
- El cuerpo de bomberos indicará en qué momento, se podrán continuar las actividades normales, al responsable del programa de contingencias y riesgos.

Así mismo; el personal deberá contar como mínimo con un extinguidor para el caso de conato de incendio.

Atención accidentes con herramientas o equipos de trabajo.

- Elaboración de procedimientos de actuación ante accidentes con herramientas o equipos de trabajo.
- Capacitar al personal para reaccionar ante un accidente de trabajo.
- Capacitar a los trabajadores en materia de primeros auxilios.

- Designar una brigada de atención a accidentes.

Programa de atención a contingencias ambientales

El plan de contingencias ambientales tiene por objeto, tomar en cuenta aquellos aspectos no considerados o no previstos, es decir las eventuales por fenómenos naturales.

Dado que estas contingencias no se pueden predecir ni calendarizar, solamente se mencionan los riesgos a los que se encuentra expuesto el sitio donde será construido el Proyecto.

Tabla 25 Medidas de contingencia ambiental

CONTINGENCIA AMBIENTAL	MEDIDAS QUE SE LLEVARÁN ACABO
Huracanes/Lluvias torrenciales	Verificar los daños causados y posteriormente hacer recolección de materiales que puedan causar algún otro daño ambiental.
Vientos fuertes	Asegurar al equipo y los trabajadores, retirarse de manera temporal, hasta que pase el evento y verificar y cuantificar los daños, retirar basura y materiales.
Sismos	Verificar los daños causados y posteriormente hacer recolección de materiales que puedan causar algún otro daño ambiental.

Con la finalidad de contar con un instrumento preventivo útil, se deberá elaborar el correspondiente Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad previamente a la construcción del Proyecto. Una vez en funcionamiento, deberá implementarse el correspondiente Programa Interno de Protección Civil.

Ambos instrumentos de acuerdo con lo establecido en la Ley 856 de Protección Civil y la Reducción del Riesgo de Desastres para el Estado y su Reglamento.

6.3.1 Formatos de control

Los formatos de control para un Plan de Manejo Ambiental (PMA) son documentos y registro que sirven para verificar, medir y cumplir las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales. Estos formatos estructuran la bitácora operativa y demuestran a la autoridad el cumplimiento legal.

Tipos de formatos de control:

- Matriz de aspectos e impactos ambientales: Identifica la actividad, el impacto asociado, la medida de control y el nivel de riesgo inicial y residual.

- Fichas de manejo específico: Son formatos descriptivos y de control por componentes (calidad del aire, ruido, agua, suelo o flora).

- Bitácora o manifiesto de residuos: En él se lleva el registro de la generación, clasificación temporal, almacenamiento, transporte y entrega de residuos ya sea de RSU, RME o RP.

- Listas de verificación (Check-list): Evaluaciones rápidas en campo sobre orden, limpieza, manejo de sustancias químicas o prevención de derrames.

- Control de recursos e insumos: Formatos periódicos de consumo de agua, energía, control de emisiones y vertimientos, etc.

- Reporte de emergencias o contingencias: Formato para documentar incidentes, fugas o accidentes y las acciones correctivas aplicadas.

Tabla 26 Plan de manejo ambiental

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Calidad del aire, ruido y vibraciones					
1. Incremento de partículas suspendidas					
Prevención	Delimitar áreas estrictamente necesarias para excavaciones, cimentaciones, acopios y tránsito de maquinaria conforme al proyecto ejecutivo	Ingeniería y preliminares; preparación del terreno; obra civil	Previo al inicio y antes de cada frente	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Incluido en costo de obra
	Impartir inducción ambiental y pláticas breves sobre fuentes de emisión de polvo y medidas aplicables	Preparación del terreno y obra civil	Inducción inicial; refuerzo semanal y a personal nuevo	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$300–$800 MXN/sesión
	Prohibir la quema de residuos, empaques, madera, vegetación o cualquier otro material dentro del predio	Todas las etapas	Permanente	Residente de Obra; Contratista	Incluido en costo de obra
Reducción	Humedecer por aspersión áreas de trabajo, acopios y rutas de circulación, sin generar encharcamientos	Preparación del terreno y obra civil	Mínimo 3 riegos/jornada en época seca; ajustar según condiciones	Contratista; Operador de pipa; Residente de Obra	$1,500–$2,500 MXN/viaje de pipa
	Cubrir con lonas los materiales finos acopiados y vehículos que transporten materiales dispersables	Preparación del terreno; transporte; obra civil	En cada acopio y cada viaje	Contratista; Operador de vehículo	$500–$1,500 MXN/lona
Control	Limitar velocidad máxima a 20 km/h e instalar señalética visible	Todas las etapas con tránsito vehicular	Permanente durante obra	Residente de Obra; Contratista	$500–$1,500 MXN
	Definir y señalizar rutas internas de circulación	Preparación del terreno; obra civil; instalación	Previo al inicio del tránsito interno	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Incluido en costo de obra
Mitigación	Suspender actividades generadoras de polvo durante vientos excesivos y registrar el evento	Preparación del terreno y obra civil	Cuando aplique	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
	Aumentar humectación y limpiar salidas de vehículos cuando exista dispersión excesiva o arrastre de material hacia vialidades	Preparación del terreno; obra civil; transporte	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	$1,500–$2,500 MXN/viaje de pipa
2. Emisiones de fuentes móviles					
Prevención	Permitir sólo el ingreso de vehículos y maquinaria con mantenimiento vigente y sin emisiones anormales	Preparación del terreno; obra civil; transporte; instalación	Antes del ingreso de cada unidad	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
	Revisar que no existan fugas de combustible o lubricante y que los sistemas de escape no presenten fallas visibles	Todas las etapas con maquinaria	Diaria antes de iniciar labores	Operadores; Residente de Obra	Sin costo directo
	Capacitar a operadores y choferes para evitar maniobras innecesarias y operación prolongada en ralentí	Preparación del terreno; obra civil; transporte	Inducción inicial; refuerzo mensual	Residente de Obra; Contratista	$300–$800 MXN/sesión
Reducción	Apagar motores durante inactividad mayor a cinco minutos, salvo requerimiento técnico	Todas las etapas con maquinaria	Permanente	Operadores; Contratista	Sin costo directo
	Programar entregas de materiales y equipos para disminuir viajes, recorridos internos y tiempos de espera	Transporte; obra civil; instalación	Programación semanal	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
Control	Solicitar a contratistas listado actualizado de vehículos y maquinaria, con marca, modelo, combustible y responsable de operación	Ingeniería y preliminares; inicio de cada etapa	Antes de cada etapa	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Revisar semanalmente sistemas de escape, filtros, silenciadores y estado general de maquinaria	Preparación del terreno; obra civil; instalación	Semanal	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
Mitigación	Retirar de operación unidades que emitan humo negro, olor intenso a combustible o presenten fallas de escape, hasta su reparación	Todas las etapas con maquinaria	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	Variable según reparación
3. Emisiones durante pruebas y puesta en marcha					
Prevención	Elaborar programa de pruebas con equipo, carga, combustible, responsable, horario y duración estimada	Pruebas funcionales y puesta en marcha	Antes de cada campaña de pruebas	Responsable de Operación; Residente de Obra	Sin costo directo
	Verificar conexiones, líneas de combustible, lubricación, filtros, escape y dispositivos de seguridad antes de cada prueba	Pruebas funcionales y puesta en marcha	Antes de cada prueba	Responsable de Operación; Supervisor de Mantenimiento	Incluido en operación
Prevención	Utilizar exclusivamente el combustible especificado por fabricante y con procedencia comprobable	Pruebas; puesta en marcha; operación	En cada abastecimiento	Responsable de Operación; Contratista	Incluido en operación
Reducción	Realizar pruebas únicamente durante el tiempo indispensable y en horarios de menor exposición de receptores sensibles	Pruebas funcionales	En cada prueba	Responsable de Operación	Sin costo directo
Control	Registrar fecha, horario, duración, equipo, carga, consumo de combustible y condiciones observadas	Pruebas funcionales y puesta en marcha	En cada prueba	Responsable de Operación	Sin costo directo
	Mantener sistemas de escape, silenciadores y controles operativos antes de iniciar pruebas	Pruebas; puesta en marcha; operación	Antes de cada prueba y conforme a mantenimiento	Responsable de Mantenimiento	Incluido en operación

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
	Monitorear emisiones con los sistemas disponibles y realizar mediciones atmosféricas conforme a autorización y obligaciones aplicables	Pruebas; puesta en marcha; operación	Continuo; anual o conforme a autorización	Responsable Ambiental; Responsable de Operación	$15,000–$40,000 MXN/campaña referencial
Mitigación	Suspender pruebas ante humo oscuro persistente, olor intenso, falla de combustión o fuga de gases; corregir antes de reiniciar	Pruebas funcionales y puesta en marcha	Cuando aplique	Responsable de Operación; Supervisor de Mantenimiento	Variable según reparación
4. Ruido y vibraciones durante construcción e instalación					
Prevención	Programar actividades ruidosas en horario diurno	Obra civil; instalación; maniobras	Permanente durante obra	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Revisar silenciadores, amortiguadores, escape y aislamiento antes del ingreso de maquinaria	Obra civil; transporte; instalación	Antes de ingreso de cada equipo	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Exigir protección auditiva durante actividades de alta exposición	Obra civil; instalación; maniobras	Inducción inicial y refuerzo mensual	Responsable de Seguridad; Residente de Obra	$300–$800 MXN/trabajador
Reducción	Ubicar compresores, generadores temporales y equipos estacionarios alejados de instalaciones existentes y receptores sensibles	Obra civil e instalación	Antes de instalar equipos temporales	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
	Mantener cerradas cubiertas acústicas de equipos y concentrar trabajos de corte, perforación y esmerilado en periodos cortos	Obra civil e instalación	Permanente	Contratista; Operadores	Sin costo directo
Control	Establecer horario visible de operación y realizar inspecciones semanales con medidor de decibeles	Obra civil; instalación; maniobras	Semanal y ante quejas	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	$3,000–$8,000 MXN por medidor o $5,000–$15,000 MXN/campaña
Mitigación	Mantener gabinetes acústicos operativos y suspender equipos con ruido anormal hasta su reparación	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	Variable según reparación
5. Ruido durante pruebas funcionales					
Prevención	Elaborar programa de pruebas con horarios, duración, equipos, cargas y responsables	Pruebas funcionales	Antes de las pruebas	Responsable de Operación; Residente de Obra	Sin costo directo
	Confirmar instalación de silenciadores, aislamiento acústico, amortiguadores, escape y controles de diseño	Pruebas funcionales	Antes de cada prueba	Responsable de Operación; Supervisor de Mantenimiento	Incluido en operación
	Avisar previamente al personal y, cuando corresponda, a colindantes sobre pruebas programadas	Pruebas funcionales	Previo a cada campaña	Residente de Obra; Responsable de Operación	Sin costo directo
Reducción	Realizar pruebas en horario diurno, durante el tiempo mínimo y evitar simultaneidad no indispensable	Pruebas funcionales	En cada prueba	Responsable de Operación	Sin costo directo
	Iniciar pruebas con cargas graduales conforme a procedimientos del fabricante	Pruebas funcionales	En cada prueba	Responsable de Operación	Sin costo directo

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Control	Medir ruido en límites del predio y receptores sensibles; conservar evidencia de mantenimiento acústico	Pruebas funcionales	Durante pruebas y ante quejas	Responsable Ambiental; Responsable de Operación	$5,000–$15,000 MXN/campaña
Mitigación	Detener pruebas ante ruido o vibración anormales, falla de silenciadores o molestias relevantes; reprogramar tras corrección	Pruebas funcionales	Cuando aplique	Responsable de Operación; Supervisor de Mantenimiento	Variable según reparación
6. Ruido durante puesta en marcha y operación					
Prevención	Aplicar programa de mantenimiento de silenciadores, ventiladores, motores, bombas, rodamientos y soportes antivibratorios	Puesta en marcha; operación y mantenimiento	Conforme a programa del fabricante	Responsable de Mantenimiento	Incluido en operación
	Capacitar a personal de operación para detectar ruido o vibraciones anormales	Puesta en marcha; operación	Inducción inicial; actualización anual	Responsable de Operación; Responsable de Seguridad	$500–$1,000 MXN/sesión
Reducción	Operar equipos dentro de parámetros del fabricante y mantener cerrados recintos acústicos, puertas y cubiertas	Puesta en marcha; operación	Permanente	Responsable de Operación	Sin costo directo
Control	Realizar mediciones de ruido e inspecciones mensuales de sistemas de atenuación y ventilación	Operación y mantenimiento	Mensual; monitoreo conforme a autorización o quejas	Responsable Ambiental; Responsable de Mantenimiento	$5,000–$15,000 MXN/campaña
Mitigación	Ajustar, reparar o sustituir silenciadores, ventiladores, rodamientos o soportes; reducir carga o suspender equipo hasta corregir la causa	Operación y mantenimiento	Cuando aplique	Responsable de Mantenimiento; Responsable de Operación	Variable según reparación
Suelo, recursos naturales y agua					
7. Alteración y compactación del suelo					
Prevención	Delimitar áreas autorizadas para obra, excavación, cimentación, acopios y circulación de maquinaria	Preparación del terreno; obra civil; instalación	Previo a cada frente	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Incluido en costo de obra
	Prohibir tránsito fuera de rutas definidas y apertura de caminos o plataformas no contempladas	Preparación del terreno; obra civil; instalación	Permanente	Residente de Obra; Operadores	Sin costo directo
Reducción	Concentrar tránsito en rutas señalizadas y ejecutar excavaciones y cimentaciones por frentes	Obra civil e instalación	Permanente	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Usar placas o tapetes de distribución de carga en zonas susceptibles de compactación, cuando se justifique	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	$5,000–$20,000 MXN
Control	Verificar semanalmente límites de intervención, rutas y áreas de acopio contra planos autorizados	Obra civil e instalación	Semanal	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	Sin costo directo

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Mitigación	Aflojar, perfilar y recuperar áreas compactadas no requeridas permanentemente; retirar estructuras temporales	Cierre y entrega	Al concluir cada frente	Residente de Obra; Contratista	Incluido en cierre
	Estabilizar taludes, rellenos o superficies expuestas que presenten riesgo de erosión	Obra civil; cierre	Cuando aplique	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$3,000–$15,000 MXN
8. Riesgo de contaminación del suelo por derrames					
Prevención	Limitar mantenimiento mayor dentro del predio; permitir sólo ajustes de emergencia bajo controles	Obra civil; instalación; pruebas; operación	Permanente	Residente de Obra; Contratista; Responsable de Operación	Sin costo directo
	Almacenar sustancias en recipientes cerrados e identificados, sobre superficies impermeables o bandejas de contención	Todas las etapas con sustancias	Permanente	Contratista; Responsable de Operación	$2,000–$6,000 MXN/área
	Delimitar y señalizar área de sustancias y residuos peligrosos; capacitar sobre abastecimiento seguro	Obra civil; instalación; pruebas; operación	Antes del manejo; inducción inicial	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$1,000–$3,000 MXN más capacitación
Reducción	Mantener sólo volúmenes mínimos y evitar trasvases innecesarios; usar equipos adecuados	Todas las etapas con sustancias	Permanente	Contratista; Responsable de Operación	Sin costo directo
Control	Mantener kit de derrames e inspeccionar diariamente áreas de almacenamiento y equipos	Todas las etapas con sustancias	Diaria	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	$1,500–$4,000 MXN/kit
	Registrar derrames y mantener extintores próximos a las zonas de almacenamiento	Todas las etapas con sustancias	Por evento; revisión semanal	Supervisor Ambiental; Responsable de Seguridad	$1,500–$3,000 MXN/extintor
Mitigación	Contener, limpiar y documentar derrames; verificar ausencia de manchas, olores o residuos	Todas las etapas con sustancias	Cuando aplique	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	$500–$5,000 MXN/evento
9. Incremento en consumo de agua					
Prevención	Definir fuente legal de abastecimiento y volumen estimado por etapa	Ingeniería y preliminares	Antes de cada etapa	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
	Capacitar sobre uso eficiente y revisar diariamente mangueras, válvulas, tanques y aspersores	Obra civil; instalación; pruebas	Inducción inicial; revisión diaria	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$300–$800 MXN/sesión
Reducción	Aplicar agua por aspersión sólo en zonas y horarios con generación efectiva de polvo	Obra civil; instalación	En cada aplicación	Contratista; Operador de pipa	Incluido en pipa
	Aplicar curado de concreto de menor consumo y reutilizar agua no contaminada cuando sea viable	Obra civil	Durante concreto y limpieza	Contratista	$2,000–$4,000 MXN si aplica
Control	Registrar consumo por actividad, verificar congruencia con avance y reparar fugas	Obra civil; instalación; pruebas	Diario; revisión semanal	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	Sin costo directo
Mitigación	Ajustar riegos, limpieza o curado y suspender usos no esenciales ante consumo anómalo	Obra civil; instalación; pruebas	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
10. Incremento en consumo de combustibles fósiles					

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Prevención	Planear logística para evitar recorridos, viajes y esperas innecesarias	Ingeniería; transporte; obra civil; instalación	Programación semanal	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Solicitar mantenimiento vigente y seleccionar equipos eficientes cuando sea viable	Todas las etapas con maquinaria	Antes de contratación e ingreso	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
Reducción	Apagar motores en inactividad, consolidar entregas y operar sólo maquinaria indispensable	Todas las etapas con maquinaria	Permanente	Operadores; Contratista	Sin costo directo
Control	Llevar bitácora de consumo por vehículo, maquinaria o generador e investigar variaciones anormales	Todas las etapas con maquinaria y generadores	Diario; revisión mensual	Residente de Obra; Responsable de Operación	Sin costo directo
Mitigación	Reparar equipos con consumo anómalo, fuga o baja eficiencia	Todas las etapas	Cuando aplique	Contratista; Responsable de Mantenimiento	Variable según reparación
11. Generación de aguas negras sanitarias					
Prevención	Colocar letreros de uso obligatorio de sanitarios y prohibición de descargas al suelo; sensibilizar al personal	Todas las etapas con personal	Inicio; refuerzo mensual	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$400–$1,000 MXN
Reducción	Dotar sanitarios de lavamanos, agua, jabón y reubicarlos conforme avance la obra	Obra civil; instalación; pruebas	Permanente	Residente de Obra; Empresa de saneamiento	$500–$900 MXN/unidad/mes
Control	Instalar sanitarios suficientes en sitios estables y accesibles, alejados de drenajes y combustibles	Todas las etapas con personal	Inicio y durante obra	Promovente; Empresa de saneamiento	$800–$1,200 MXN/unidad/mes
	Contratar mantenimiento y vaciado periódico; inspeccionar diariamente fugas, saturación y daños	Todas las etapas con personal	Servicio semanal; inspección diaria	Empresa de saneamiento; Residente de Obra	$600–$1,000 MXN/servicio
Mitigación	Suspender uso de sanitarios con fuga y asegurar disposición de efluentes mediante prestador autorizado	Todas las etapas con personal	Cuando aplique	Empresa de saneamiento; Residente de Obra	Incluido en servicio
Residuos					
12. Generación de RSU					
Prevención	Capacitar sobre manejo de RSU, promover recipientes reutilizables y disminuir plásticos de un solo uso	Todas las etapas	Inducción inicial; refuerzo mensual	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$300–$1,000 MXN/sesión
Prevención	Incorporar obligaciones de manejo de residuos en contratos	Ingeniería y contratación	Antes de cada contrato	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
Control	Instalar área temporal delimitada para RSU, con contenedores con tapa, bolsa y estaciones de separación	Todas las etapas	Permanente	Residente de Obra; Contratista	$800–$1,500 MXN/contenedor
	Retirar diariamente residuos de frentes de trabajo, mantener el acopio limpio y contratar recolección	Todas las etapas	Diario; retiro según generación	Contratista; Servicio de recolección	Variable según servicio

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Mitigación	Limpiar residuos dispersos, reforzar capacitación y aumentar contenedores o frecuencia de retiro si existe saturación	Todas las etapas	Cuando aplique	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$500–$2,000 MXN
13. Generación de RME					
Prevención	Capacitar sobre RME, estimar materiales conforme al proyecto y solicitar embalajes retornables o reducibles	Obra civil; recepción; instalación; montaje	Inicio; previo a compras	Residente de Obra; Contratista	$300–$1,000 MXN/sesión
Reducción	Reutilizar tarimas y madera; separar metales, cables, cartón, plásticos y madera para valorización	Obra civil; recepción; instalación	Permanente	Contratista; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
	Optimizar cortes de perfiles, tuberías y cables; solicitar retiro de embalajes voluminosos	Obra civil; instalación; montaje	Durante ejecución	Contratista; Residente de Obra	Sin costo directo
Control	Habilitar almacén temporal de RME delimitado, señalizado y sin obstruir rutas de evacuación	Obra civil; recepción; instalación	Antes de generar RME	Residente de Obra; Contratista	$1,000–$4,000 MXN
	Llevar bitácora de valorización y contratar prestador autorizado cuando corresponda	Obra civil; instalación; montaje; pruebas	Semanal; por cada retiro	Supervisor Ambiental; Empresa de residuos	$3,000–$8,000 MXN/servicio
Mitigación	Retirar residuos que acumulen agua, incrementen riesgo de incendio u obstruyan accesos; corregir prácticas que generen exceso	Obra civil; instalación; montaje	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	Incluido en limpieza
14. Generación de residuos peligrosos					
Prevención	Capacitar en identificación, segregación, etiquetado, almacenamiento y manejo seguro de RP	Instalación; pruebas; puesta en marcha; operación	Inducción inicial y personal nuevo	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	$500–$1,500 MXN/capacitación
	Ingresar sólo cantidades necesarias y limitar cambios de aceite, filtros o fluidos dentro del sitio	Todas las etapas con sustancias	Permanente	Residente de Obra; Contratista; Responsable de Operación	Sin costo directo
Reducción	Usar materiales de limpieza reutilizables cuando sea seguro y retirar excedentes al finalizar jornada	Todas las etapas con sustancias	Permanente	Contratista; Responsable de Operación	Sin costo directo
Control	Habilitar almacén temporal de RP con piso impermeable, techo, ventilación, señalización y contención secundaria	Instalación; pruebas; operación	Antes de generar RP	Promovente; Residente de Obra	$5,000–$15,000 MXN
Control	Etiquetar recipientes, separar incompatibles, llevar inventario y conservar manifiestos de entrega	Todas las etapas con RP	Permanente; con cada retiro	Supervisor Ambiental; Responsable de Operación	Incluido en manejo de RP
Mitigación	Recoger RP dispersos, atender derrames, retirar absorbentes o suelo contaminado y sustituir recipientes dañados	Todas las etapas con RP	Cuando aplique	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	$500–$5,000 MXN/evento
Seguridad y fauna					

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
15. Accidentes laborales					
Prevención	Capacitar en prácticas seguras y respuesta ante emergencias	Todas las etapas	Inducción inicial; refuerzo mensual	Responsable de Seguridad; Residente de Obra	$500–$1,500 MXN/sesión
	Implementar programa de seguridad e higiene con análisis de riesgos y procedimientos seguros	Ingeniería y todas las etapas	Antes de inicio; actualizar por etapa	Responsable de Seguridad; Residente de Obra	$3,000–$10,000 MXN
	Exigir EPP y verificar constancias de operadores de grúas, montacargas y equipos especiales	Todas las etapas	Permanente; antes de asignar actividades	Responsable de Seguridad; Contratista	$500–$3,000 MXN/trabajador
Reducción	Delimitar zonas de maniobra, mantener rutas de evacuación libres y separar actividades incompatibles	Obra civil; instalación; maniobras; pruebas	Permanente	Residente de Obra; Responsable de Seguridad	$1,000–$5,000 MXN
Control	Designar responsable de seguridad e inspeccionar diariamente EPP, herramientas, eslingas, cadenas, escaleras y protecciones	Todas las etapas	Diaria	Responsable de Seguridad; Residente de Obra	Incluido en personal
Control	Contar con botiquín, personal con primeros auxilios y registro de incidentes, casi accidentes y acciones correctivas	Todas las etapas	Permanente; por evento	Responsable de Seguridad	$1,000–$3,000 MXN
Mitigación	Suspender trabajos inseguros, investigar incidentes y activar procedimiento de emergencia ante lesiones	Todas las etapas	Cuando aplique	Responsable de Seguridad; Residente de Obra	Variable según evento
16. Accidentes viales					
Prevención	Capacitar sobre transporte seguro de equipos	Transporte; obra civil; instalación	Antes de traslados	Residente de Obra; Contratista	$500–$1,500 MXN/sesión
	Elaborar plan de logística con rutas, horarios, vehículos, dimensiones de carga y responsables	Ingeniería y transporte	Antes de traslados relevantes	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
	Verificar mecánica, sujeción de carga, luces, frenos, llantas, señales y documentación	Transporte; maniobras	Antes de cada traslado	Contratista; Operador	Sin costo directo
Reducción	Trasladar equipos grandes en horarios de menor tráfico, consolidar entregas y reducir velocidad	Transporte; maniobras	En cada traslado	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
Control	Instalar señalización temporal y bandereros durante carga, descarga e ingreso de equipos	Transporte; maniobras	En cada maniobra	Residente de Obra; Contratista	$1,000–$5,000 MXN
Mitigación	Suspender maniobras por lluvia, baja visibilidad o falla mecánica; reparar afectaciones causadas	Transporte; maniobras	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	Variable según evento
17. Perturbación y desplazamiento temporal de fauna					
Prevención	***Capacitar en identificación básica de fauna, reporte de avistamientos y atención***	Obra civil; transporte; instalación; pruebas	Inducción inicial; personal nuevo	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	$500–$1,000 MXN/sesión
	Delimitar áreas, prohibir captura o manipulación y evitar iluminación nocturna innecesaria	Obra civil; transporte; instalación; pruebas	Permanente	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Reducción	Mantener actividades ruidosas diurnas, reducir velocidad y evitar residuos orgánicos o agua estancada	Obra civil; transporte; instalación; pruebas	Permanente	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
Control	Realizar recorridos previos y suspender actividades puntuales si se detecta fauna herida, de movilidad limitada o de interés	Obra civil; instalación; maniobras	Antes de cada frente; cuando aplique	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	Sin costo directo
Mitigación	Permitir desplazamiento natural y solicitar atención especializada para ejemplares que requieran manejo	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Supervisor Ambiental; Especialista	$2,000–$10,000 MXN/atención
18. Riesgo de afectación accidental a fauna					
Prevención	Revisar excavaciones, zanjas, equipos y materiales para detectar fauna atrapada o refugiada	Obra civil; instalación; maniobras	Diaria antes de iniciar	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
	Colocar barreras, malla y señalización; cubrir excavaciones o instalar rampas de escape cuando permanezcan abiertas	Obra civil; instalación	Al abrir excavación; durante permanencia	Residente de Obra; Contratista	$500–$3,000 MXN/frente
Reducción	Detener maquinaria donde se detecten ejemplares y mantener materiales ordenados sobre tarimas	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Operadores; Residente de Obra	Sin costo directo
Control	Registrar atropellamientos, atrapamientos o rescates; mantener contactos de personal especializado	Obra civil; transporte; instalación	Diario; por evento	Supervisor Ambiental	Sin costo directo
Mitigación	Liberar fauna de manera segura, canalizar ejemplares lesionados y reforzar medidas posteriores al incidente	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Supervisor Ambiental; Especialista	$2,000–$10,000 MXN/atención
Medio socioeconómico y paisaje					
19. Generación de empleo especializado					
Potenciación	Difundir oportunidades de empleo temporal y priorizar mano de obra local cuando cumpla requisitos de competencia y seguridad	Ingeniería; obra civil; instalación; operación	Antes y durante contratación	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
	Formalizar condiciones laborales, pago, seguridad social y EPP; proporcionar capacitación técnica y de seguridad	Todas las etapas	Al ingreso y durante contratación	Promovente; Contratistas	Incluido en personal
Control	Mantener registro de empleos, puestos, duración y procedencia; verificar obligaciones laborales y atender inconformidades	Todas las etapas	Actualización mensual	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
20. Derrama económica local					

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Potenciación	Identificar proveedores locales y regionales con capacidad técnica, legal y operativa	Ingeniería; obra civil; instalación; operación	Antes de contratar	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
	Solicitar cotizaciones locales y procurar adquisición local de consumibles y servicios cuando las condiciones sean equivalentes	Todas las etapas	En cada compra o contratación	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
Control	Verificar permisos y registros de proveedores, especialmente de transporte, residuos, combustibles y servicios especializados	Todas las etapas	Antes de contratar; actualización anual	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
21. Incremento en demanda de servicios e infraestructura					
Prevención	Confirmar disponibilidad de servicios y definir procedimientos de uso eficiente de agua, energía y combustibles	Ingeniería; previo a cada etapa	Antes de inicio de cada etapa	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
Reducción	Aplicar ahorro de agua y energía, optimizar rutas, valorizar residuos y mantener equipos eficientes	Todas las etapas	Permanente	Residente de Obra; Contratista; Responsable de Operación	Incluido en operación
Control	Registrar consumos, verificar capacidad de servicios y comunicarse con proveedores o autoridades si se requieren ajustes	Todas las etapas	Mensual; cuando aplique	Promovente; Residente de Obra	Sin costo directo
Mitigación	Ajustar programación o contratar servicios complementarios autorizados ante demanda superior a la prevista	Todas las etapas	Cuando aplique	Promovente; Responsable de Operación	Variable según servicio
22. Modificación temporal de la percepción visual					
Prevención	Delimitar áreas y evitar ocupación de vialidades, banquetas, predios colindantes o espacios públicos	Obra civil; transporte; instalación; maniobras; pruebas	Permanente	Residente de Obra; Supervisor Ambiental	Sin costo directo
	Definir acopios de materiales, residuos, herramientas y equipos; mantener señalización legible	Obra civil; instalación; maniobras	Inicio y permanente	Residente de Obra; Contratista	$1,500–$5,000 MXN
Reducción	Mantener materiales ordenados, retirar residuos diariamente y disminuir permanencia de maquinaria fuera de horario	Obra civil; transporte; instalación; maniobras; pruebas	Diaria	Residente de Obra; Contratista	Sin costo directo
Control	Inspeccionar diariamente orden y limpieza; llevar registro fotográfico y corregir acopios inseguros o residuos dispersos	Obra civil; instalación; maniobras; pruebas	Diaria	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	Sin costo directo
Mitigación	Realizar limpieza extraordinaria o reubicar acopios y equipos que afecten la visibilidad	Obra civil; instalación; maniobras	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista	$1,000–$5,000 MXN
23. Modificación permanente de la calidad visual					

Tipo de medida	Medida	Etapa	Cuándo se debe realizar	Responsable	Costo estimado
Prevención	Aplicar criterios de integración visual en ubicación, alturas, tuberías, conducciones y ordenamiento de equipos	Ingeniería; instalación	Diseño y antes de instalación	Promovente; Responsable de Ingeniería	Incluido en ingeniería
	Seleccionar colores, acabados y recubrimientos compatibles y evitar saturación visual de señalización	Ingeniería; instalación	Durante especificación y compra	Promovente; Responsable de Ingeniería	Incluido en ingeniería
Reducción	Instalar cableado, canalizaciones y equipos de forma ordenada; evitar almacenamiento permanente de materiales visibles	Instalación; operación	Permanente	Residente de Obra; Responsable de Operación	Incluido en obra
Control	Realizar inspecciones periódicas de limpieza, corrosión, pintura, señalización, iluminación y estado de infraestructura	Operación y mantenimiento	Mensual	Responsable de Operación; Supervisor Ambiental	Incluido en operación
Mitigación	Reparar o sustituir elementos deteriorados e incorporar pantallas, cercos, vegetación o recubrimientos cuando exista contraste visual excesivo	Operación y mantenimiento	Cuando aplique	Promovente; Responsable de Operación	$5,000–$50,000 MXN
Compensación	Establecer áreas verdes o acciones de mejoramiento visual compatibles con la seguridad si el impacto residual así lo requiere	Instalación; operación	Cierre de instalación y mantenimiento	Promovente; Responsable Ambiental	$10,000–$50,000 MXN
24. Mejora por limpieza y retiro de instalaciones temporales					
Potenciación	Elaborar lista de verificación de cierre con retiro de materiales, residuos, maquinaria, señalización temporal y equipos no requeridos	Cierre y entrega de cada etapa	Antes de entrega	Residente de Obra; Supervisor Ambiental; Responsable de Seguridad	Sin costo directo
	Recuperar áreas temporales, retirar compactaciones y materiales remanentes, y priorizar reutilización o valorización	Cierre y entrega de cada etapa	Al concluir cada frente	Residente de Obra; Contratista	Incluido en cierre
Control	Realizar inspección conjunta y verificar ausencia de residuos, derrames, recipientes abandonados, cables sueltos y áreas de riesgo	Cierre y entrega de cada etapa	Antes de formalizar entrega	Residente de Obra; Supervisor Ambiental; Responsable de Seguridad	Sin costo directo
	Conservar comprobantes de recolección y disposición; levantar acta de cierre ambiental	Cierre y entrega de cada etapa	Al concluir cada etapa	Supervisor Ambiental; Residente de Obra	Sin costo directo
Mitigación	Corregir hallazgos antes de entrega: limpieza adicional, retiro de material contaminado, reparación de superficies o restitución de áreas	Cierre y entrega de cada etapa	Cuando aplique	Residente de Obra; Contratista; Supervisor Ambiental	Variable según acción

7.0 Bibliografía

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley de Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley de la Industria Eléctrica. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley General de Protección Civil. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Vigente). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación.

Comisión Nacional del Agua. (2025a). Título de concesión/asignación número 851962, versión 2, para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales subterráneas en el acuífero 1104 Laguna Seca. Fecha de emisión: 10 de marzo de 2025. México.

Comisión Nacional del Agua. (2025b). Anexo 2.1. Condiciones del aprovechamiento para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales subterráneas. Título número 851962. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1998). Cartografía temática de clima, suelo, vegetación e hidrología de México.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero de 1917, y sus reformas. Particularmente artículos 4°, 25, 27, 73 y 115.

Decretos de creación de las Áreas Naturales Protegidas federales y estatales que pudieran incidir en el área de influencia del proyecto.

García, E. (1998). Climas (clasificación de Köppen, modificada por García). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1:1,000,000. México.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2003). Norma Técnica Ambiental NTA-IEG-006/2002, que establece los requisitos que deben cumplir e información que deben contener las Manifestaciones de Impacto Ambiental en sus diferentes modalidades y los Estudios de Riesgo en el Estado de Guanajuato. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2018). Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2019a). Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2019b). Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2019c). Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato. Actualización publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

Gobierno del Estado de Guanajuato. (s. f.). Ley de Economía Circular para el Estado de Guanajuato y sus Municipios.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende. (2019). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende, 2019–2040.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende. (2024). Reglamento del Código Territorial para el Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende. (s. f.). Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2001). Provincias y subprovincias fisiográficas. Cobertura nacional. Escala 1:1,000,000. Datos vectoriales. Serie I. Aguascalientes, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2007). Glosario. Encuesta mensual sobre establecimientos comerciales. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2007. México: INEGI.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). Censos Económicos 2009. Resultados definitivos. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010a). Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010b). Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados básicos. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010c). Conurbaciones y fusiones de localidades. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010d). Marco geoestadístico 2010, versión 5.0A. Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010e). Módulo de Educación, Capacitación y Empleo (MECE 2009). Base de datos. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013a). Conjunto de datos de erosión del suelo, escala 1:250,000, Serie I.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013b). Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2014a). Características de las localidades y del entorno urbano. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2014b). Censo Económico 2014. Resultados definitivos. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). Encuesta Intercensal 2015. Tabulados básicos. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016a). Actualización del Marco Censal Agropecuario. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016b). Estructura económica de Guanajuato, en síntesis. 25 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016c). Metodología de Indicadores de la Serie Histórica Censal. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017a). Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato. Disponible en: DataTur

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017b). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017c). Producto Interno Bruto y Cuentas Nacionales de México. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Disponible en: INEGI

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2026). Levantamiento topográfico georreferenciado del conjunto Chada Farms, referenciado a la Red Geodésica Nacional Activa y al marco de referencia indicado en el plano topográfico. Archivo: "3.-Plano-topografico-1.pdf".

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (s. f.). Cartas topográficas F14C44, F14C45, F14C54 y F14C55. Escala 1:50,000.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (s. f.). Censos y conteos de población y vivienda 1970–2010.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (s. f.). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL).

Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato. (s. f.). Sistema de Información del Agua y Medio Ambiente (SIAMA).

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 7 de junio de 2013, y sus reformas.

Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012, y sus reformas.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, 5 de junio de 2018, y sus reformas.

Ley General de Economía Circular. Diario Oficial de la Federación, 19 de enero de 2026.

Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 2000, y sus reformas. Última reforma consultada: 16 de julio de 2025.

NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad—Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-009-STPS-2011. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-015-STPS-2001. Condiciones térmicas elevadas o abatidas—Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-016-SEMARNAT-2024. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes de las turbinas de gas estacionarias.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal—Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS-2015. Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-019-STPS-2011. Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.

NOM-020-STPS-2011. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas—Funcionamiento—Condiciones de seguridad.

NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo—Condiciones de seguridad.

NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NOM-027-STPS-2008. Actividades de soldadura y corte—Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo—Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo—Condiciones de seguridad.

NOM-031-STPS-2011. Construcción—Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

NOM-033-STPS-2015. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental—Vehículos en circulación que usan diésel como combustible—Límites máximos permisibles de emisión de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 22 de octubre de 1993.

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. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995, y sus modificaciones.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Diario Oficial de la Federación, 10 de septiembre de 2013.

NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Diario Oficial de la Federación, 1 de febrero de 2013.

Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Acuerdo por el que las sustancias tóxicas se consideran actividades altamente riesgosas. Diario Oficial de la Federación, 28 de marzo de 1990.

Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato 2040 (PEDUOET 2040).

Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato, en lo que resulte vigente y aplicable al análisis del recurso hídrico.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Instrumento de planeación ambiental federal vigente.

Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas que resulten aplicables al área de influencia del proyecto.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, 9 de diciembre de 2020.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2006, y sus reformas.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 30 de mayo de 2000, y sus reformas.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. Diario Oficial de la Federación, 8 de agosto de 2003, y sus reformas.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación, 25 de noviembre de 1988, y sus reformas.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Diario Oficial de la Federación, 3 de junio de 2004, y sus reformas.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2006, y sus reformas.

Reglamentos municipales de desarrollo urbano, construcción y uso de suelo de San Miguel de Allende, vigentes al momento de realizar el trámite.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s. f.). Degradación del suelo de la República Mexicana. Dirección de Geomática. Escala 1:250,000.

Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Acuerdo por el que las sustancias inflamables y explosivas se consideran actividades altamente riesgosas. Diario Oficial de la Federación, 4 de mayo de 1992.

Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Nacional del Agua. (2026a). Estadística mensual de la estación climatológica 11042, Los Rodríguez, San Miguel de Allende, Guanajuato.

Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Nacional del Agua. (2026b). Valores extremos de la estación climatológica 11042, Los Rodríguez, San Miguel de Allende, Guanajuato.